
Alternativas atuais para uma nutrição livre de antibióticos promotores de crescimento para frangos de corte

Catarina Stefanello, Guilherme L. de Godoy, Yuri K. Dalmoro

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-19-0.c1>

Resumo

Aditivos zootécnicos que apresentam propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e imunoestimulantes têm sido cada vez mais utilizados na avicultura comercial para melhorar ou manter o desempenho produtivo das aves, melhorar a saúde intestinal dos lotes na presença de desafios entéricos e possibilitar a redução dos custos de produção. As alternativas atuais para uma nutrição de frangos de corte livres de antibióticos promotores de crescimento devem apresentar aplicabilidade prática na indústria de aves e resultados satisfatórios em promover crescimento, melhorar o aproveitamento de nutrientes e beneficiar a saúde intestinal das aves. Os principais aditivos que atendem estas características são probióticos, ácidos orgânicos, óleos essenciais e extratos vegetais. As informações geradas através das pesquisas realizadas nesta área permitem ampliar conhecimentos, registrar e avaliar novas alternativas para o mercado, melhorando ainda mais a qualidade dos alimentos e a eficiência produtiva da avicultura.

1. Introdução

A proibição global da utilização de antibióticos como promotores de crescimento (APC) na produção de aves é uma realidade e tem impulsionado o aumento da utilização de substâncias naturais como aditivos alimentares. Na produção de aves sem APC, os aditivos naturais para rações com efeitos positivos comprovados na saúde intestinal dos frangos de corte podem desempenhar um papel fundamental na melhoria do desempenho produtivo, especialmente quando combinados com práticas complementares de biossegurança (MCKNIGHT et al., 2019).

Vários aditivos tem sido avaliados como alternativas para melhorar a saúde intestinal, as funções imunológicas e o desempenho produtivo das aves; no entanto, os resultados são variáveis pois dependem do tipo de aditivo, do nível de inclusão, dos ingredientes presentes nas rações, bem como de desafios ambientais, das fases e dos sistemas de produção (CHOI & KIM, 2020). Aditivos alimentares a base de plantas são uma alternativa comum para melhorar a saúde intestinal das aves como, por exemplo, os taninos e demais extratos vegetais. Probióticos, ácidos orgânicos e óleos essenciais têm sido muito recomendados para produções de frangos de corte quando há desafio entérico nos lotes comerciais de aves, visto que estes aditivos possuem funções antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e imunoestimulantes já comprovadas. Mais recentemente, tem sido avaliado o potencial de uso de farinhas de insetos como ingredientes funcionais para aves, atuando de forma semelhante quando utilizadas em baixas inclusões nas rações. A seguir são descritas as principais alternativas atuais para uma nutrição de frangos de corte livres de APCs que incluem resultados de pesquisas realizadas no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

2. Aditivos naturais para uso em nutrição de aves

2.1. Taninos

A demanda por aditivos alimentares à base de plantas tem crescido na produção de aves, pois os APCs que eram utilizados para prevenir infecções bacterianas e, posteriormente, promover o crescimento estão sendo gradativamente removidos da produção avícola (PHILLIPS, 2007). Na produção de frangos de corte sem APC, extratos vegetais têm sido uma alternativa visto que as propriedades aromáticas e medicinais das plantas são estudadas desde a antiguidade, e esse conhecimento aumentou a utilização de vegetais como aditivos na produção animal, principalmente devido às suas propriedades antimicrobianas naturais. Os taninos são o quarto constituinte mais abundante das plantas e fazem parte da composição de folhas, madeira, cascas de frutos, sementes e cascas, sendo caracterizados como compostos fenólicos solúveis em água e de alto peso molecular. Já foi relatado que a deposição de taninos

nas plantas aumenta como uma resposta defensiva a predadores, patógenos e radiação (FRAGA-CORRAL et al., 2020).

A *Acacia mearnsii* é uma árvore de médio porte, nativa do sudeste da Austrália que apresenta rápida adaptação às diversas condições ambientais e possui alta produtividade. Esta espécie foi introduzida em diferentes regiões do mundo e, atualmente, é plantada principalmente no Brasil e na África do Sul para exportação de cavacos e produção de taninos em escala internacional. A maioria dos taninos presentes na *A. mearnsii* são taninos condensados, que são definidos como flavonoides poliméricos que consistem em unidades de flavano-3-óis (fisetinidol, robinetinidol, catequina e galocatequina) ou unidades de flavano-3,4-diois (leucoantocianinas).

A utilização de baixas quantidades de taninos nas dietas de aves tem demonstrado efeitos positivos na saúde intestinal, na microbiota intestinal e na qualidade da cama, bem como na qualidade da carne e no desempenho produtivo de frangos devido as suas funções antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e imunoestimulantes (HUANG et al., 2018; CHOI & KIM, 2020). Por outro lado, grandes quantidades de taninos podem reduzir o consumo de ração e o desempenho devido as suas propriedades adstringentes, o que os caracteriza como antinutrientes (HIDAYAT et al., 2021). A maioria das publicações que exploram a suplementação de taninos foi conduzida em animais ruminantes. No entanto, ao contrário dos ruminantes, o modo de ação dos taninos nos frangos de corte não é claro e os resultados ainda são inconsistentes.

Estudos recentes com aves revelaram que se os taninos forem utilizados com cautela, podem ser benéficos para o desempenho produtivo e a saúde intestinal (HUANG et al., 2018). Porém a diferença entre a quantidade de tanino que pode ser benéfica e o excesso que pode ser prejudicial é pequena. Por isso, os autores deste capítulo conduziram um estudo para avaliar os efeitos de níveis crescentes de tanino de *A. mearnsii* (0, 300, 500, 700 e 900 mg/kg) em rações para frangos de corte desafiados experimentalmente com vacina para coccidiose e *Clostridium perfringens*. Foram avaliados parâmetros de desempenho produtivo, pododermatite, umidade da cama e digestibilidade ileal, bem como a

permeabilidade intestinal, morfometria jejunal e oxidação lipídica da carne dos frangos (GODOY, 2023).

A suplementação crescente de taninos para frangos resultou em aumento quadrático ($P < 0,05$) do ganho de peso de 1 a 43 dias de idade, em que a máxima resposta foi obtida com 310 mg/kg, bem como a melhor conversão alimentar foi observada com 444 mg/kg de tanino. A suplementação de tanino nas rações reduziu a permeabilidade intestinal aos 21 dias de idade, com melhor resposta obtida com 466 mg/kg ($P < 0,05$). As respostas ótimas de digestibilidade proteica e energética foram obtidas com 374 e 294 mg/kg, respectivamente ($P < 0,05$). Não foram observados efeitos do tanino na bioquímica sérica, profundidade das criptas do íleo, pH da cama, rendimento de carcaça e oxidação lipídica da carne congelada até 60 dias de armazenamento. No entanto, níveis crescentes de suplementação de tanino levaram a uma diminuição linear ($P < 0,05$) na umidade da cama e na oxidação lipídica da carne de 90 a 180 dias de armazenamento. Em conclusão, os baixos níveis de taninos da *Acacia mearnsii* melhoraram ganho de peso, conversão alimentar, digestibilidade dos nutrientes e a permeabilidade intestinal em frangos de corte submetidos a um desafio intestinal (GODOY, 2023).

2.2. Biomassa de plantas

Saponinas e polifenóis provenientes de plantas também têm sido uma alternativa comum para produções de aves livres de APC, apresentando efeitos positivos na saúde intestinal dos frangos e melhoria do ganho de peso corporal e da eficiência alimentar, especialmente quando combinados a práticas complementares de manejo e biossegurança. A utilização de aditivos à base de extratos vegetais em dietas para frangos de corte aumentou nos últimos anos também devido à possibilidade de reduzir custos de produção, ao mesmo tempo em que se melhora o desempenho produtivo dos animais (RIGHI et al., 2021).

Em um cenário de preços elevados de insumos e ingredientes, aliado ao maior controle dos aditivos utilizados nas dietas animais, as biomassas naturais que contêm compostos bioativos, saponinas e polifenóis, têm sido cada vez mais utilizadas como aditivos em rações para frangos de corte, com aumento

crescente dos estudos para utilização na produção de poedeiras, matrizes de corte, perus e suínos. Esses compostos naturais possuem propriedades semelhantes às exercidas pelos taninos, as quais são funções antimicrobianas, imunomoduladoras e promotoras da saúde (CHEEKE et al., 2006) sem acumular resíduos na carne ou nos ovos e sem necessidade de intervalo de segurança.

O extrato obtido do processamento da casca da Quillaja saponaria, uma árvore nativa do Chile e que apresenta saponinas com estrutura di e triterpenoide, tem gerado efeitos positivos na prevenção da infecção por microrganismos na parede celular, melhorando a integridade da membrana e apresentando atividades antibacterianas quando utilizado em rações para aves (FLECK et al., 2019). Esse extrato também é conhecido por conter compostos polifenólicos, como ácido piscídico, vanílico e p-cumárico, que possuem propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (MAIER et al., 2015), as quais ainda precisam ser mais estudadas. Já o extrato de Yucca é um aditivo obtido após o processamento da madeira da Yucca schidigera, uma planta nativa do deserto do sudoeste dos Estados Unidos e do México, e é uma fonte de compostos polifenólicos, como o resveratrol e a yuccaol (ALAGAWANY et al., 2016).

A combinação de Quillaja e Yucca em um aditivo contendo polifenóis e saponinas de uma mistura patenteada de Q. saponaria e biomassa de Y. schidigera tem sido amplamente utilizada em dietas animais nos Estados Unidos, Ásia-Pacífico e América do Sul há mais de 20 anos. O uso deste aditivo em dietas para frangos de corte tem resultado em aumento do ganho de peso corporal e melhor conversão alimentar, que foram acompanhadas do aumento da digestibilidade ileal da matéria seca, energia e nitrogênio, bem como uma maior altura das vilosidades e melhor permeabilidade intestinal (BAFUNDO et al., 2021a). Adicionalmente, foi relatado anteriormente que as propriedades da Q. saponaria e da Y. schidigera reduzem os efeitos negativos da enterite necrótica em frangos de corte, com efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios (BAFUNDO et al., 2020; BAFUNDO et al., 2021a; BAFUNDO et al., 2021b) e diminuindo a excreção de amônia e umidade da excretas e da cama aviária dos lotes de aves (JOHNSTON et al., 1981; AYOUB et al., 2019). Portanto, os produtos provenientes destas plantas têm sido recomendados para

complementar os métodos anticoccidianos para frangos de corte em condições de desafio intestinal (BAFUNDO et al., 2020).

Em estudo conduzido para avaliar os efeitos da combinação da biomassa de *Q. saponaria* e da *Y. schidigera* em dietas para frangos de corte (250 mg/kg de ração) sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça, digestibilidade dos nutrientes, permeabilidade intestinal e as medidas morfométricas de jejuno, os autores deste material (STEFANELLO et al., 2022) observaram que o aditivo alimentar de saponinas e polifenóis da Quillaja e *Yucca* aumentou a altura das vilosidades jejunais e a digestibilidade ileal da matéria seca, nitrogênio e energia em frangos de corte, resultando em melhor conversão alimentar. Esse aditivo também reduziu a permeabilidade intestinal, o que foi associado a uma melhor integridade intestinal em frangos não desafiados até os 43 dias de idade.

2.3. Probióticos

A suplementação de probióticos em dietas para frangos de corte também tem sido cada vez mais recomendada para substituir APCs ou na presença de desafios intestinais que possam causar disbiose. Vários fatores podem afetar a resposta dos probióticos na produção de frangos de corte, resultando em diferentes respostas, como por exemplo, os probióticos podem ser suplementados em rações para frangos de corte em combinação com outros aditivos (DE OLIVEIRA et al., 2019), também podem ser avaliados em rações com diferentes níveis nutricionais, ou utilizados em dietas à base de ingredientes vegetais ou animais (GHARIB-NASERI et al., 2020; GHARIB-NASERI et al., 2021). Respostas distintas à suplementação de probióticos também foram observadas dependendo da presença e intensidade dos desafios intestinais e estresses ambientais (DE OLIVEIRA et al., 2019; GHARIB-NASERI et al., 2021).

Existem diversos microrganismos e cepas que podem ser utilizados para a produção de aditivos probióticos para uso na nutrição animal. A eficácia dos probióticos para aves depende também das espécies microbianas e da dose suplementada (GHARIB-NASERI et al., 2020). A cepa *Bacillus velezensis* CECT 5940 foi selecionada entre centenas de *Bacillus* spp. isolados com base em triagem rigorosa quanto à estabilidade ao calor, viabilidade nas condições do

trato gastrointestinal (TGI) de frangos de corte e seu potencial para expressão e germinação de metabólitos secundários (ELSHAGHABEE et al., 2017). Dessa forma, a suplementação de *B. velezensis* 5940 em dietas para frangos de corte tem resultado em aumento da atividade das enzimas digestivas (MURUGESAN et al., 2014), o que foi associado a melhorias na digestibilidade dos nutrientes (LEI et al., 2015) e no desempenho produtivo (LEI et al., 2015; GHARIB-NASERI et al., 2021). O melhor desempenho de frangos alimentados com dietas com *B. velezensis* 5940 também foi atribuído à manutenção da integridade intestinal, à modulação da microbiota intestinal (GHARIB-NASERI et al., 2020) e à melhor capacidade antioxidante, bem como ao aumento da expressão de genes de junção estreita (GHARIB-NASERI et al., 2021) e modulação de respostas imunes (GADDE et al., 2017).

Como os frangos de corte são vulneráveis a diversos estressores que afetam o TGI, a maioria das pesquisas que avaliaram probióticos foram conduzidas sob desafios intestinais experimentais, visando substituir APCs. No entanto, faltam dados que avaliem o efeito de *B. velezensis* 5940 em frangos alimentados com diferentes níveis nutricionais, fontes de fibra ou ingredientes vegetais alternativos. Estes podem ser fatores importantes a serem abordados porque os fatores antinutricionais presentes nos ingredientes também podem ser estressores para o TGI, resultando no aumento da viscosidade da digesta, afetando a motilidade intestinal e a população de microrganismos (ADEDOKUN & OLOJEDE, 2018). Devido aos já mencionados benefícios esperados do uso de probióticos em dietas para aves, há necessidade de compreender melhor a relação entre probióticos e ingredientes alternativos.

Portanto, foi conduzido um experimento na UFSM para avaliar os efeitos de ingredientes alternativos da dieta (farelo de arroz desengordurado ou centeio) em interação com o probiótico *B. velezensis* CECT 5940 no desempenho produtivo, utilização de nutrientes, integridade intestinal e modulação da microbiota de frangos de corte até os 35 dias de idade (dados do autor, ainda não publicados). Concluiu-se que a avaliação de probióticos em dietas formuladas com ingredientes alternativos é necessária para atualizar as respostas em dietas livres de APC. Frangos alimentados com dietas formuladas com centeio como fonte de fibra tiveram melhor ganho de peso corporal e

conversão alimentar. Os resultados deste estudo também confirmaram que o probiótico *B. velezensis* CECT 5940 melhorou o desempenho produtivo, a digestibilidade dos nutrientes e a integridade intestinal de frangos alimentados com dietas milho-soja formuladas com centeio ou farelo de arroz desengordurado. Essas descobertas também estão associadas a uma maturação precoce da microbiota cecal em frangos de corte, que é impulsionada principalmente pela idade e, em seguida, pelos ingredientes da ração e pelos probióticos.

Em outro estudo, avaliando *Bacillus subtilis* contendo cepas BS-009, BS-020 e BS-024, observou-se que este probiótico em comparação a um APC foi eficiente em aumentar a diversidade da microbiota fecal de frangos de corte, sendo considerado um substituto aceitável para APC comumente usados em condições de disbiose intestinal (DE SOUZA et al., 2022).

2.4. Ácidos orgânicos e óleos essenciais

A saúde intestinal de frangos de corte tem sido relacionada a diversos fatores como o equilíbrio da microbiota, a presença de patógenos entéricos, o excesso de nutrientes não digeridos no TGI, a qualidade da água, os manejos e a biossegurança. Perturbações no TGI podem afetar as funções digestivas, de absorção, metabólicas e imunológicas das aves (SVIHUS, 2014). Portanto, desafios que acontecem na homeostase intestinal podem resultar em perdas econômicas, principalmente devido ao menor desempenho zootécnico e aos custos de intervenção através de tratamentos sanitários necessários (LEE et al., 2011).

Aditivos naturais com o objetivo de melhorar a saúde intestinal estão disponíveis comercialmente e embora o modo de ação de muitos deles ainda não tenha sido completamente elucidado, estudos anteriores demonstraram que podem modular a microbiota intestinal. Entre as alternativas atuais, os ácidos orgânicos (AO) e os óleos essenciais (OE) também têm sido amplamente utilizados para frangos de corte em diversos países (ZHAI et al., 2018). A maioria dos estudos utilizando ácidos orgânicos e óleos essenciais suplementados em

rações para frangos de corte relataram melhoria no desempenho produtivo e na eficiência alimentar (LIU et al., 2017).

Os ácidos orgânicos são encontrados naturalmente no trato intestinal dos animais, sendo originários da fermentação microbiana. Eles também estão distribuídos em tecidos animais e vegetais. Uma das características destes ácidos é que eles não se dissociam completamente em água e estão relacionados com a inibição do crescimento bacteriano no TGI dos animais (KHAN & IQBAL, 2016). As misturas de óleos essenciais contêm compostos fitoquímicos que possuem propriedades antimicrobianas seletivas, atuando contra a proliferação de *C. perfringens* e auxiliando no controle da infecção por coccídeos, reduzindo a enterite necrótica (GUO et al., 2004). Portanto, a combinação de AO e OE é de grande interesse porque pode resultar em um efeito sinérgico ou aditivo na saúde intestinal e no desempenho produtivo, conforme observado em estudos anteriores (LIU et al., 2017).

A modulação da microbiota intestinal pode ser o principal modo de ação ligado aos efeitos sinérgicos de uma mistura de AO e OE. A grande propriedade de hidrofobicidade dos OE aumenta a permeabilidade da membrana de bactérias, o que pode facilitar o influxo de AO para o citoplasma. Na sua forma não dissociada, os AO têm a capacidade de reduzir o pH interno e perturbar o metabolismo bacteriano e, dessa forma, atuar como antimicrobiano natural.

Embora existam vários estudos mostrando os efeitos separadamente de AO e de OE na saúde intestinal e no desempenho produtivo de frangos de corte, a composição dos produtos em termos de tipo e quantidade de compostos ativos, forma de oferta e estabilidade térmica podem ser razões para os resultados variáveis encontrados na literatura. Dessa forma, os autores do presente capítulo realizaram um estudo para avaliar os efeitos de uma mistura de ácidos orgânicos e óleos essenciais revestidos sobre o desempenho produtivo, a digestibilidade dos nutrientes e a saúde intestinal de frangos de corte submetidos a um desafio intestinal, comparando-a com um APC (STEFANELLO et al., 2020).

A utilização de AO + OE (300 mg/kg de ração) apresentou respostas melhores ou semelhantes ao APC na neutralização dos efeitos negativos causados pelo modelo experimental de desafio. Este aditivo contendo os AO fumárico, sórbico, málico e cítrico e os OE timol, vanilina e eugenol resultou em

melhor desempenho produtivo de frangos de corte 1 a 42 dias de idade, e melhor permeabilidade intestinal e expressão de genes relacionados com a absorção de nutrientes aos 21 dias de idade. Nossas descobertas ajudaram a aumentar o conhecimento sobre o modo de ação de uma mistura comercial contendo ácidos orgânicos e óleos essenciais para frangos de corte submetidos a um desafio intestinal, ao mesmo tempo em que investigamos a sua eficácia para programas livres de APC (STEFANELLO et al., 2020).

2.5. Quitina, ácido láurico e peptídeos antimicrobianos provenientes de insetos

Diferentes fontes de proteína de origem vegetal e animal têm sido utilizadas em dietas para aves e uma crescente tendência de utilização de produtos provenientes da produção de insetos é observada atualmente (JÓZEFIAK et al., 2016). A maioria dos estudos tem sido realizada para avaliar tipos e formas de insetos, e também para elucidar a inclusão ideal de farinha de insetos como ingrediente proteico. Entretanto, o uso de farinha ou óleo de larvas de insetos não se limita apenas à composição nutricional de seus produtos, mas se estende aos efeitos funcionais na saúde animal. Recentemente, as propriedades funcionais e antimicrobianas de farinhas e óleos obtidos de larvas de insetos estão sendo mais estudadas.

Existem vários insetos de interesse econômico na produção animal em que a *Hermetia illucens* (HI; mosca soldado negro) e *Tenebrio molitor* (TM; larva da farinha) são os principais insetos que podem atingir escala de produção industrial. As farinhas produzidas a partir desses insetos contêm altos níveis de proteína e quantidades suficientes de gorduras insaturadas, vitaminas, fibras e minerais (JÓZEFIAK et al., 2016). Além disso, *H. illucens* e *T. molitor* na forma de farinha ou óleo são considerados ingredientes alimentares adequados para frangos de corte, pois são bem aceitos por aves com base no seu comportamento natural (VAN HUIS & OONINCX, 2017).

A alimentação das aves com produtos provenientes de insetos também tem sido considerada sustentável porque os insetos podem ser facilmente criados em uma ampla variedade de fluxos de resíduos biológicos

(KIEROŃCZYK et al., 2020), usando menos terra e água em comparação com as outras fontes de ingredientes proteicos e energéticos (VAN HUIS & OONINCX, 2017). Os sistemas de produção animal baseados na redução de resíduos e poluição também se tornaram prioritários, indicando que é necessária uma maior eficiência na utilização de matérias-primas. No entanto, a variabilidade na composição dos nutrientes, a pequena escala de produção e disponibilidade dos ingredientes, e o elevado custo são os principais desafios para a cadeia avícola quando se pretende utilizar produtos à base de insetos.

Mais atenção tem sido dada à precisão da nutrição e da saúde animal com o objetivo de melhorar a eficiência da produção avícola, e por isso as larvas de *H. illucens* e *T. molitor* têm sido intensamente estudadas para fornecer informações mais precisas sobre seus perfis de nutrientes para frangos de corte. Recentemente, houve um crescente interesse em compreender melhor quais compostos presentes nas larvas de insetos que podem apresentar propriedades funcionais, prebióticas ou antibióticas e antimicrobianas, relatadas como benéficas para a imunidade e a saúde intestinal dos frangos de corte (KOUTSOS et al., 2022). Neste contexto, a quitina do exoesqueleto dos insetos, o perfil de ácidos graxos com altos níveis de ácido láurico e os mecanismos de defesa fornecidos por peptídeos antimicrobianos (JÓZEFIAK & ENGBERG, 2017) podem rotular a farinha e o óleo de insetos também como aditivos funcionais na produção animal. No entanto, ainda não existem informações sobre as propriedades antimicrobianas de farinhas e óleos de insetos para frangos de corte, e há informações limitadas avaliando a inclusão de pequenas quantidades de farinha de insetos nas rações e os seus efeitos sobre a saúde intestinal das aves.

Para isso, os autores deste capítulo realizaram uma revisão sistemática para estudar o impacto de produtos provenientes de *H. illucens* e *T. molitor* nos parâmetros de saúde de frangos de corte, e uma metanálise foi realizada para avaliar os efeitos no desempenho produtivo das aves. Foi obtido um banco de dados a partir de uma seleção de publicações entre os anos de 2016 e 2023 onde foram observados resultados positivos das farinhas das larvas de *H. illucens* e *T. molitor* na saúde intestinal dos frangos, especialmente na modulação da microbiota intestinal, nas respostas imunológicas e nas

propriedades antimicrobianas. A redução de bactérias patogênicas e o aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta também foram características da inclusão de insetos nas dietas para os frangos. O ganho médio diário foi maior nos frangos alimentados com farinha de *T. molitor* em comparação com a farinha de *H. illucens* ($p = 0,002$). Baixas inclusões de farinha nas dietas de frangos de corte não resultaram em efeitos negativos sobre o desempenho produtivo, enquanto que o óleo de inseto pode substituir totalmente o óleo de soja sem impactos negativos para a produção. Para melhor compreender o mecanismo que afeta a microbiota, estudos futuros devem ser realizados com foco nos níveis de inclusão de farinhas de larvas de insetos e nos diferentes desafios intestinais que podem ser encontrados nos sistemas de produção.

Diante dessa necessidade de se avaliar inclusões menores de farinha de insetos para frangos de corte quando há desafio entérico presente, os autores do presente material conduziram um estudo avaliando os efeitos da inclusão de farinha das larvas de *H. illucens* (5%) para frangos de corte desafiados com *C. perfringens* e vacina para coccidiose até os 40 dias de idade. Foi observado que frangos de corte que receberam a farinha de *H. illucens* recuperaram seu ganho de peso, conversão alimentar e a saúde intestinal, demonstrando o potencial das propriedades antimicrobianas e antioxidantes deste produto.

3. Considerações finais

Aditivos contendo taninos, saponinas e polifenóis provenientes de plantas, probióticos e ácidos orgânicos em combinação com óleos essenciais têm se mostrado eficazes em melhorar parâmetros de desempenho produtivo e de saúde intestinal de frangos de corte, principalmente na presença de desafios entéricos. Resultados semelhantes ou superiores foram observados quando esses aditivos foram comparados com APCs.

Os estudos desenvolvidos na UFSM são inovadores e possuem relevância nacional e internacional, trazendo resultados inéditos quanto à utilização em maior escala de taninos com definição de níveis ideais para frangos de corte; avaliações de saponinas e polifenóis na realidade de produção do Brasil e também o uso de probióticos em dietas contendo ingredientes alternativos, o

que também é uma inovação. Estas pesquisas apresentam análises robustas que buscam melhor explicar os efeitos dos aditivos sobre o desempenho de frangos de corte em sistemas livres de APCs. Os componentes da farinha de larvas de insetos como quitina e ácido láurico também se mostraram eficientes, apresentando propriedades funcionais, antimicrobianas e antioxidantes. Ainda são necessárias mais informações sobre o modo de ação dos princípios ativos presentes nesses aditivos e avaliações em diferentes modelos de desafios sanitários que simulem a realidade da produção brasileira.

4. Referências bibliográficas

- ADEDOKUN, S. A.; O. C. OLOJEDE. Optimizing gastrointestinal integrity in poultry: the role of nutrients and feed additives. **Frontiers in Veterinary Science Vet.**, v.5, p.348. 2018.
- ALAGAWANY, M., et al. Productive performance, egg quality, blood constituents, immune functions, and antioxidant parameters in laying hens fed diets with different levels of *Yucca schidigera* extract. **Environmental Science and Pollution Research**, v.23, n.7, p.6774-6782. 2016.
- AYOUB, M. M., et al. Effects of liquid yucca supplementation on nitrogen excretion, intestinal bacteria, biochemical and performance parameters in broilers. **Animals**, v.9, n.12, p.1097. 2019.
- BAFUNDO, K. W., et al. Concurrent use of saponins and live coccidiosis vaccines: the influence of a quillaja and yucca combination on anticoccidial effects and performance results of coccidia-vaccinated broilers. **Poultry Science**, v.100, n.3, p.100905. 2021a.
- BAFUNDO, K. W., et al. The effects of a combination of *Quillaja saponaria* and *Yucca schidigera* on *Eimeria* spp. in broiler chickens. **Avian Dis**, v.64, n.3, p.300-304. 2020.
- BAFUNDO, K. W., et al. The combination of quillaja and yucca saponins in broilers: effects on performance, nutrient digestibility and ileal morphometrics. **British Poultry Science**, v.62, n.4, p.589-595. 2021b.
- CHEEKE, P. R., et al. Anti-inflammatory and anti-arthritis effects of yucca schidigera: A review. **Journal of Inflammation**, v.3, n.1, p.6. 2006.
- CHOI, J.; W. K. KIM. Dietary application of tannins as a potential mitigation strategy for current challenges in poultry production: a review. **Animals (Basel)**, v.10, n.12. 2020.
- DE OLIVEIRA, M. J. K., et al. *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 alone or in combination with antibiotic growth promoters improves performance in broilers under enteric pathogen challenge. **Poultry Science**, v.98, n.10, p.4391-4400. 2019.

- DE SOUZA, O. F., et al. Development and evaluation of a commercial direct-fed microbial (Zymospore®) on the fecal microbiome and growth performance of broiler chickens under experimental challenge conditions. **Animals (Basel)**, v.12, n.11. 2022.
- ELSHAGHABEE, F. M. F., et al. *Bacillus* as potential probiotics: status, concerns, and future perspectives. **Frontiers in Microbiology**, v.8. 2017.
- FLECK, J. D., et al. Saponins from *Quillaja saponaria* and *Quillaja brasiliensis*: particular chemical characteristics and biological activities. **Molecules**, v.24, n.1. 2019.
- FRAGA-CORRAL, M., et al. Technological application of tannin-based extracts. **Molecules**, v.25, n.3, p.614. 2020.
- GADDE, U., et al. The effects of direct-fed microbial supplementation, as an alternative to antibiotics, on growth performance, intestinal immune status, and epithelial barrier gene expression in broiler chickens. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v.9, n.4, p.397-405. 2017.
- GHARIB-NASERI, K., et al. Modulations of genes related to gut integrity, apoptosis, and immunity underlie the beneficial effects of *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 in broilers fed diets with different protein levels in a necrotic enteritis challenge model. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.11, n.1, p.104. 2020.
- GHARIB-NASERI, K., et al. *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 improves performance and gut function in broilers fed different levels of protein and/or under necrotic enteritis challenge. **Animal Nutrition**, v.7, n.1, p.185-197. 2021.
- GODOY, G. L. D. **Suplementação de tanino de *Acacia mearnsii* em rações para frangos de corte**. Animal Science, Federal University of Santa Maria, <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/29254>, 2023. 55 p.
- GUO, F. C., et al. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. **Poultry Science**, v.83, n.2, p.175-82. 2004.
- HIDAYAT, C., et al. Effect of dietary tannins on the performance, lymphoid organ weight, and amino acid ileal digestibility of broiler chickens: A meta-analysis. **Veterinary World**, v.14, n.6, p.1405-1411. 2021.
- HUANG, Q., et al. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. **Animal Nutrition**, v.4, n.2, p.137-150. 2018.
- JOHNSTON, N. L., et al. Evaluation of yucca saponin on broiler performance and ammonia suppression. **Poultry Science**, v.60, n.10, p.2289-2292. 1981.

- JÓZEFIAK, A.; R. M. ENGBERG. Insect proteins as a potential source of antimicrobial peptides in livestock production. A review. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.26, n.2, p.87-99. 2017.
- JÓZEFIAK, D., et al. Insects – A natural nutrient source for poultry – a review. **Annals of Animal Science**, v.16, n.2, p.297-313. 2016.
- KHAN, S. H.; J. IQBAL. Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. **Journal of Applied Animal Research**, v.44, n.1, p.359-369. 2016.
- KIEROŃCZYK, B., et al. From waste to sustainable feed material: the effect of oil on the growth performance, nutrient digestibility, and gastrointestinal tract morphometry of broiler chickens. **Annals of Animal Science**, v.20, n.1, p.157-177. 2020.
- KOUTSOS, E., et al. Immunomodulatory potential of black soldier fly larvae: applications beyond nutrition in animal feeding programs. **Translational Animal Science**, v.6, n.3, p.txac084. 2022.
- LEE, K. W., et al. Avian necrotic enteritis: experimental models, host immunity, pathogenesis, risk factors, and vaccine development. **Poultry Science**, v.90, n.7, p.1381-90. 2011. Disponível em:
- LEI, X., et al. Effect of *Bacillus amyloliquefaciens*-based direct-fed microbial on performance, nutrient utilization, intestinal morphology and cecal microflora in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.28, n.2, p.239-46. 2015.
- LIU, Y., et al. Effects of a protected inclusion of organic acids and essential oils as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, intestinal morphology and gut microflora in broilers. **Animal Science Journal**, v.88, n.9, p.1414-1424. 2017.
- MAIER, C., et al. Phenolic constituents in commercial aqueous Quillaja (*Quillaja saponaria* Molina) wood extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.63, n.6, p.1756-62. 2015.
- MCKNIGHT, L. L., et al. A blend of fatty acids, organic acids, and phytochemicals induced changes in intestinal morphology and inflammatory gene expression in coccidiosis-vaccinated broiler chickens. **Poultry Science**, v.98, n.10, p.4901-4908. 2019.
- MURUGESAN, G. R., et al. Effects of direct-fed microbial supplementation on broiler performance, intestinal nutrient transport and integrity under experimental conditions with increased microbial challenge. **British Poultry Science**, v.55, n.1, p.89-97. 2014.
- PHILLIPS, I. Withdrawal of growth-promoting antibiotics in Europe and its effects in relation to human health. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v.30, n.2, p.101-7. 2007.

- RIGHI, F., et al. Plant feed additives as natural alternatives to the use of synthetic antioxidant vitamins on poultry performances, health, and oxidative status: a review of the literature in the last 20 years. **Antioxidants**, v.10, n.5, p.659. 2021.
- STEFANELLO, C., et al. Effects of a proprietary blend of Quillaja and Yucca on growth performance, nutrient digestibility, and intestinal measurements of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.31, n.2. 2022.
- STEFANELLO, C., et al. Protected blend of organic acids and essential oils improves growth performance, nutrient digestibility, and intestinal health of broiler chickens undergoing an intestinal challenge. **Frontiers in Veterinary Science**, v.6. 2020.
- SVIHUS, B. Function of the digestive system. **Journal of Applied Poultry Research**, v.23, n.2, p.306-314. 2014.
- VAN HUIS, A.; D. G. A. B. OONINCX. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.37, n.5, p.43. 2017.
- ZHAI, H., et al. Potential of essential oils for poultry and pigs. **Animal Nutrition**, v.4, n.2, p.179-186. 2018.

Autores

Catarina Stefanello, Guilherme L. de Godoy, Yuri K. Dalmoro

Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.