UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal
José Laureano Barbosa Leite

SUBSTÂNCIAS HÚMICAS COMO ALTERNATIVA AOS ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO.

Diamantina-MG
2023

José Laureano Barbosa Leite

SUBSTÂNCIAS HÚMICAS COMO ALTERNATIVA AOS ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO.

Tese apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Barros Dobbss
Coorientador: Prof. Dr. Thiago Vasconcelos Melo

Diamantina-MG
2023

Catalogação na fonte - Sisbi/UFVJM

B238s BARBOSA LEITE, JOSÉ LAUREANO
2023 SUBSTÂNCIAS HÚMICAS COMO ALTERNATIVA AOS ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO [manuscrito] / JOSÉ LAUREANO BARBOSA LEITE. -- Diamantina, 2023.
73 p.

Orientador: Prof. Leonardo Barros Dobbss.
Coorientador: Prof. Thiago Vasconcelos Melo.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) -- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Diamantina, 2023.

1. aves. 2. matéria orgânica. 3. promotor de crescimento. 4. vermicomposto. I. Dobbss, Leonardo Barros. II. Melo, Thiago Vasconcelos. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. IV. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFVJM com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Este produto é resultado do trabalho conjunto entre o bibliotecário Rodrigo Martins Cruz/CRB6-2886
e a equipe do setor Portal/Diretoria de Comunicação Social da UFVJM

JOSÉ LAUREANO BARBOSA LEITE

SUBSTÂNCIAS HÚMICAS COMO ALTERNATIVA AOS ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO.

Tese apresentada ao DOUTORADO EM PRODUÇÃO VEGETAL, nível de DOUTORADO como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR EM PRODUÇÃO VEGETAL.

Orientador (a): Prof. Dr. Leonardo Barros Dobbss

Data da aprovação: 05/05/2023

Documento assinado digitalmente
gov.br
LEONARDO BARROS DOBBSS
Data: 09/05/2023 08:47:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. LEONARDO BARROS DOBBSS - UFVJM

Documento assinado digitalmente
gov.br
ALBERTO CHAMBELA NETO
Data: 13/05/2023 09:56:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. ALBERTO CHAMBELA NETO - IFES (SANTA TEREZA)

Documento assinado digitalmente
gov.br
BRUNO BORGES DEMINICIS
Data: 09/05/2023 13:23:24-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. BRUNO BORGES DEMINICIS - UFMT

Documento assinado digitalmente
gov.br
CRISTINA MOREIRA BONAFE
Data: 15/05/2023 11:13:04-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª CRISTINA MOREIRA BONAFÉ - UFVJM

Documento assinado digitalmente
gov.br
RENATA GOMES DA SILVEIRA DEMINICIS
Data: 09/05/2023 13:26:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª RENATA GOMES DA SILVEIRA DEMINICIS (SECITECI - MT)

DIAMANTINA - MG

Dedico este trabalho aos meus filhos Arthur Andrade, Gabriel Andrade que sempre estiveram ao meu lado me incentivando e encorajando, permitindo que eu concluísse com êxito o desafio do doutoramento.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pelo Dom da vida, por me dar saúde e a oportunidade de concluir mais esta etapa em minha vida.

Aos meus pais Geraldo e Maria Niêda (*in memoriam*), por tudo o que sou.

Aos meus filhos Arthur e Gabriel, pelo amor incondicional, compreensão e paciência.

Aos meus irmãos Flávio, Carlos Enoque, Leandro e Socorro Maria pelo incentivo e apoio.

Ao professor Leonardo Barros Dobbss, pela orientação, confiança e amizade.

Ao professor Thiago Vasconcelos, pela coorientação, dicas e sugestões valiosas.

A professora Heloisa Falcão, pelos ensinamentos e disponibilidades no Laboratório de Histologia para análise.

A professora Cristina Moreira Bonafé, pelas dicas e sugestões valiosas.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela oportunidade de realização do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais campus São João Evangelista (IFMG-SJE), por permitir e fomentar a realização do curso, e pelo suporte na condução do experimento.

Aos colegas Douglas Carellos, Rafael Guanabens, Valdevino Pereira, Nailton Sant'Anna, Jarbas Miranda, Fernanda Lima, Brenda Veridiana, Bruno Lafetá pelo companheirismo e apoio na realização dos experimentos e análises.

A estagiária e Engenheira Agrônoma Paloma Aparecida Costa pela dedicação e contribuição na condução do experimento.

À equipe de colaboradores do Setor de Avicultura do IFMG-SJE, em especial aos amigos Calebe e Valdecir, pela dedicação e suporte na condução do experimento.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

LEITE, José Laureano Barbosa. **Substâncias húmicas como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho.** (Tese - Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Unaí, 2023.

A utilização de substâncias húmicas (SH) na agropecuária é promissora devido à capacidade dessa fração da matéria orgânica promover alterações no crescimento e desenvolvimento de plantas e animais, contribuindo para uma atividade mais sustentável. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de diferentes tipos de rações contendo SH sobre os indicadores zootécnicos. As variáveis analisadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar, peso e tamanho do intestino delgado, rendimento de carcaça, peso médio das aves, taxa de mortalidade, viabilidade criatória e altura de mucosa do jejuno, alimentados pelo período de 11 aos 42 dias de idade com oito dietas experimentais. O experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso (DBC), tendo quatro repetições para cada tratamento, somando um total de 32 boxes, sendo cada unidade experimental composta por 10 aves, totalizando 320 aves. Os grupos experimentais utilizados foram: Ração1: dieta basal; Ração 2: dieta basal + 40 mg de SH); Ração 3: dieta basal + 80 mg de SH; Ração 4: dieta basal + 160 mg de SH; Ração 5: dieta basal + 320 mg de SH; Ração 6: dieta basal + 640 mg de SH; Ração 7: dieta basal + 1280 mg de SH; Ração 8: dieta basal + 366 g ton-1 de antibiótico melhorador de desempenho - bacitracina de zinco a 15%. Durante a condução do experimento foram abatidas duas aves no final de cada fase (crescimento – 22 a 35 dias de idade e final – 36 a 42 dias de idade) para avaliação da altura da mucosa do jejuno (intestino delgado) por meio de análises morfométrica. Os resultados deste estudo sugerem que as SH podem ser utilizadas como aditivo alimentar na dieta para frangos de corte, principalmente em sua fase inicial (11-21 dias de idade). A concentração que, proporcionou os melhores resultados relacionados ao desempenho produtivo foi a de 40 mg kg-1. As substâncias húmicas apresentaram uma maior eficácia como melhorador de desempenho para frangos de corte e podem ser uma substituição adequada como alternativa aos antimicrobianos.

Palavras-chave: aves, matéria orgânica, promotor de crescimento, vermicomposto.

ABSTRACT

LEITE, Jose Laureano Barbosa. **Humic substances as an alternative to performance-enhancing antimicrobials.** (Thesis - Doctorate in Plant Production) - Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Unaí, 2023.

The use of humic substances (SH) in agriculture and livestock is promising due to the ability of this fraction of organic matter to promote changes in the growth and development of plants and animals, contributing to a more sustainable activity. The objective of this work was to evaluate the effect of different types of rations containing SH on zootechnical indicators. The variables analyzed were: feed intake, weight gain, feed conversion, feed efficiency, small intestine weight and size, carcass yield, average bird weight, mortality rate, breeding viability and height of the jejunum mucosa, fed by the period from 11 to 42 days of age with eight experimental diets. The experiment was installed in a randomized block design (DBC), with four replications for each treatment, adding up to a total of 32 boxes, each experimental unit consisting of 10 birds, totaling 320 birds. The experimental groups used were: Ration1: basal diet; Ration 2: basal diet + 40 mg SH); Ration 3: basal diet + 80 mg SH; Ration 4: basal diet + 160 mg SH; Ration 5: basal diet + 320 mg SH; Ration 6: basal diet + 640 mg SH; Ration 7: basal diet + 1280 mg SH; Ration 8: basal diet + 366 g ton-1 performance enhancing antibiotic - 15% zinc bacitracin. During the experiment, two birds were slaughtered at the end of each phase (growth – 22 to 35 days of age and final – 36 to 42 days of age) to assess the height of the jejunum mucosa (small intestine) through morphometric analysis. The results of this study suggest that SH can be used as a feed additive in the diet for broiler chickens, especially in their initial phase (11-21 days of age). The concentration that provided the best results related to productive performance was 40 mg kg-1. Humic substances showed greater effectiveness as a performance enhancer for broilers and may be a suitable replacement as an alternative to antimicrobials.

Keywords: growth promoter, organic matter, poultry, vermicompost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 6. Consumo de ração de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas azuis (fase inicial), vermelhas (fase crescimento), verdes (fase final) e roxas (ciclo completo) referem-se à existência de diferença significativa pelo Teste t (LSD; P<0,05). 34

Figura 7. Ganho de peso médio dos frangos de corte submetidos a diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas azuis, referem-se à existência de diferença significativa pelo Teste t (LSD; P<0,05) na fase inicial. 35

Figura 8. Conversão alimentar de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas roxas (ciclo completo) referem-se à existência de diferença significativa pelo Teste t (LSD; P<0,05) no período completo de 11 a 42 dias..... 36

Figura 9. Eficiência alimentar de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) nas fases inicial (11 a 21 dias) e de 11 a 42 dias (período completo), respectivamente. 37

Figura 10. Peso do intestino delgado de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo pelo Teste t (LSD; P<0,05) na fase final (36 a 42 dias). 38

Figura 11. Tamanho do intestino delgado de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) nas fases inicial (11 a 21 dias) e final (36 a 42 dias), respectivamente. 39

Figura 12. Rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) na fase inicial (11 a 21 dias). 40

Figura 13. Peso médio de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) nas fases inicial (11 a 21 dias) e no ciclo completo (11 a 42 dias), respectivamente. 41

Figura 14. Mortalidade de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) no período completo (11 a 42 dias). 42

Figura 15. Viabilidade criatória de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) no período completo (11 a 42 dias). 43

Figura 16. Altura de mucosa do jejuno de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) nas fases crescimento - azul (22 a 35 dias) e final - vermelho (36 a 42 dias), respectivamente. 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos fornecidos aos frangos de corte em fase inicial, crescimento e final. 29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **12**

2 REFERENCIAL TEÓRICO **14**

2.1 Aspectos gerais das substâncias húmicas 14

2.2 Uso de substâncias húmicas em animais 16

2.3 Avicultura – frangos de corte 19

2.4 Composto orgânico e vermicomposto 20

2.5 Uso de aditivos alternativos à alimentação das aves 22

2.6 Morfometria de intestino delgado de frangos de corte. 24

3. MATERIAL E MÉTODOS **26**

3.1 Cama aviária, compostagem, vermicompostagem e obtenção das substâncias húmicas 26

3.2 Experimento 1: Substâncias húmicas como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho. 27

3.2.1 Localização e instalações 27

3.2.2 Manejo experimental 28

3.2.3 Parâmetros avaliados 29

3.2.4 Delineamento experimental e análise estatística 31

3.3 Experimento 2: Avaliação histomorfométrica de amostra de intestino delgado de frangos de corte. 31

3.3.1 Coleta e preparação das amostras de jejuno para histologia 31

3.3.2 Processamento histológico 32

3.3.3 Microtomia e coloração de H&E 32

3.3.4 Análise morfométrica 32

3.3.5 Análise estatística da morfometria 33

4. RESULTADOS **34**

4.1 Experimento 1: Substâncias húmicas como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho. 34

4.1.1 Consumo de ração 34

4.1.2 Ganho de peso médio 35

4.1.3 Conversão alimentar 35

4.1.4 Eficiência alimentar 36

4.1.5 Peso do intestino delgado 37

4.1.6 Tamanho do intestino delgado 38

4.1.7 Rendimento de carcaça 39

4.1.8 Peso médio por ave 40

4.1.9 Taxa de mortalidade 41

4.1.10 Viabilidade criatória 42

4.2 Experimento 2: Avaliação morfométrica de amostra de intestino delgado de frangos de corte suplementados com substâncias húmicas e melhorador de desempenho. 43

4.2.1 Altura de mucosa do jejuno de frangos de corte. 43

4.2.2 Análises morfométrica intestinal (jejuno) de frangos de corte. 44

5. DISCUSSÕES **45**

5.1 Consumo de ração, ganho de peso, conversão e eficiência alimentar 45

5.2 Peso e tamanho do intestino delgado 46

5.3 Rendimento e peso das aves 46

5.4 Taxa de mortalidade e viabilidade criatória 47

5.5 Substâncias húmicas x melhorador de desempenho 48
5.6 Morfometria de intestino delgado (jejuno) de frangos de corte. 49
6. CONCLUSÕES 50
REFERÊNCIAS 51
APÊNDICES 58
ANEXOS 70

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, devido a programas intensivos de criação, a indústria avícola produziu vantagens importantes na eficiência e produção de frangos de corte, tornando a atividade mais econômica (PUVACA et al., 2022) e fazendo com que a carne de frango se tornasse uma das principais fontes de proteínas do mundo (PAUL et al., 2022). Porém, em sistemas intensivos de criação, os frangos estão constantemente expostos a patógenos causadores de doenças, visto que estão sujeitos a estresse e desafios dos mais variados tipos, o que pode reduzir a imunidade, causando principalmente desordens intestinais que podem resultar em perdas econômicas para a indústria (ERINLE et al., 2022).

Desde 1950 os antibióticos (são medicamentos que podem inibir o crescimento ou causar a morte de bactérias) estão sendo usados nas criações avícolas para reduzir doenças causadas por microrganismos patogênicos e como melhorador de desempenho (QIU et al., 2022). Os antibióticos modulam a microbiota gastrointestinal, limitando a colonização intestinal por microorganismos patogênicos (PAUL et al., 2022), reduzindo problemas com infecções bacterianas (HUMAM et al., 2020). O uso veterinário de antibióticos na avicultura inclui não somente os usos terapêuticose profiláticos, mas quando usados em doses subterapêuticas na dieta dos animais promovem o crescimento, aumentam o peso corporal, a eficiência alimentar e reduzem a taxa de conversão alimentar (SHAO et al., 2021; SWAGGERTY et al., 2022; ALQHTANI et al., 2022; YAQOOB et al., 2022). Por causa dos benefícios e devido à sua fácil disponibilidade, custo baixo e eficiência, estabeleceu-se o uso deste tipo de medicamento para controlar patógenos em frangos de corte.

Os antibióticos vêm desempenhando importante função como melhorador de desempenho e na saúde animal, mas o uso excessivo ou indiscriminado na criação animal está resultando na seleção de bactérias resistentes aos antibióticos (SHAO et al., 2021; CHEN & YU,2022) tornando a resistência bacteriana um problema de saúde pública (SELALEDI et al., 2020), já que alguns patógenos podem ser transmitidos dos animais para os humanos e o consumo de produtos de origem animal que contenham antibióticos residuais podem gerar resistência de patógenos em humanos (SELALEDI et al., 2020). Devido as estes problemas, o uso de antibióticos como melhorador de desempenho vem sendo proibido em muitos países (TEYMOURI et al., 2021; SWAGGERTY et al., 2022),

porém, a proibição do uso de antibióticos trouxe consequências negativas para as criações de animais como o aumento nas infecções e redução na eficiência de produção (LIAO & NYACHOTI, 2017).

Os principais mecanismos de ação dos antibióticos que precisam ser substituídos são: redução das infecções subclínicas; redução dos metabólitos tóxicos produzidos por microorganismos; redução do uso de nutrientes por microorganismos e melhoria na absorção dos micronutrientes (DIBNER & RICHARDS, 2005).

Diante deste fato, produtos naturais que promovam efeitos semelhantes aos antibióticos,vêm sendo estudados como alternativas eficazes, dentre as substâncias, as mais populares são os probióticos, prebióticos, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, fitogênicos e substâncias húmicas (D. NEGRETE et al., 2019; SWAGGERTY et al., 2022).

As substâncias húmicas (SH) são compostos orgânicos naturais que são sintetizados pela decomposição microbiana (bactérias e fungos) da matéria orgânica (WU et al., 2022; ZOLGHADR et al., 2022) e são compostas principalmente de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas (PENG et al., 2022). Atualmente as SH vem sendo utilizadas na agricultura como veículo para a maximização da produtividade vegetal principalmente por conterem em sua estrutura alguns nutrientes minerais como carbono, hidrogênio, nitrogênio, fósforo e enxofre (WANG et al., 2020; WU et al., 2022) e outros compostos similares a hormônios responsáveis pelo crescimento das plantas como as auxinas (DOBBSS et al., 2010).

As SH e seus componentes também são classificados como aditivos alimentares seguros e naturais com efeitos benéficos na saúde animal e na qualidade dos produtos de origem animal (TETER et al., 2021). A alimentação dos animais com dietas enriquecidas com SH e seus componentes tem influenciado positivamente a qualidade e quantidade de leite produzido por vacas (KHOLIF et al., 2021; TETER et al., 2021) e por cabras (El-ZAIAT et al., 2018), tem melhorado o rendimento em coelhos (MOHMED et al., 2020; ABU HAFSA et al., 2021), melhorado a qualidade e quantidade de ovos em codornas (HESAMI et al., 2021; El-RATEL et a., 2022), proporcionado melhor desempenho em suínos (TRCKOVA et al., 2018; WANG et al., 2020), melhorando a qualidade da carne e produção de ovos em aves (SEMJON et al., 2020; MUDRONOVÁ et al., 2021) e o crescimento em peixes (JUSADI et al., 2020; LIEKE et al., 2021) além de influenciar

positivamente na digestibilidade dos alimentos e imunidade dos animais (ARIF et al., 2018; MUDRONOVÁ et al., 2021).

Trabalhos que retratam ouso das SH cuja origem seja de vermicomposto de cama aviária sendo testado na dieta para frangos de corte, sob diferentes concentrações são escassos, portanto, carecendo de investigações detalhadas como forma de contribuir para o conhecimento deles. Esses objetivos foram estabelecidos partindo-se da hipótese de que essas concentrações de SH podem influenciar positivamente os índices zootécnicos e histo-morfométrico do intestino dos frangos de corte.

Sendo assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de seis concentrações de SH em comparação à dieta controle e com dieta contendo antibiótico melhorador de desempenho (bacitracina de zinco a 15%) como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho de frangos de corte de 11 aos 42 dias de idade. Portanto, o presente estudo busca avaliar o efeito e possível eficiência das SH como aditivo alternativo para frangos de corte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais das substâncias húmicas

As SH são supraestruturas de origem orgânica que exercem um papel importante na bioquímica animal e vegetal. São consideradas o principal componente da matéria orgânica na superfície de solos, sedimentos e águas e produzidas por meio da biodegradação da matéria orgânica de resíduos vegetais e animais, que envolve processos físicos, químicos e microbiológicos (PENA-MÉNDEZ et al., 2005), em que eucariotos (vermes e fungos) e procariotos (bactérias aeróbicas) decompõem a matéria orgânica com maior rapidez (GOMEZ-ROSALES et al., 2015). Apesar de serem encontradas em grande quantidade na natureza, o conhecimento é ainda limitado pois suas supraestruturas são complexas, polidispersas e heterôgeneas (PENA-MÉNDEZ et al., 2005).

As SH apresentam em sua composição 40–60% de carbono, 30–50% de oxigênio, 4–5% de nitrogênio, 1–2% de enxofre e 0–3% de fósforo (BENITES et al., 2003). De acordo com a solubilidade em meios alcalinos e ácidos, são divididas em três principais frações,

incluindo, ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e humina (HUM).

Os AF são compostos de maior solubilidade, apresentam maior polaridade e menor tamanho molecular, sendo solúveis em água e qualquer faixa de pH, com pesos moleculares menores que 2.000 Dalton (Da). Possui comprimento e diâmetro médios das macromoléculas na faixa de 2-60 nm e estão entre os principais responsáveis por mecanismos de transporte de cátions no solo (BENITES et al., 2003; CANELLAS et al., 2012).

O AH é um polímero formado através de processos físicos, químicos e biológicos de longo prazo, e considerado um dos componentes multifásicos mais ativos no solo, tendo estrutura química complexa (SONG et al., 2002), contendo diferentes tipos de grupos funcionais, como grupo fenol, cetona, carboxila, quinino, hidroxil, carboxílico e amina, que podem fornecer muitos locais disponíveis para a ligação de íons metálicos e, portanto, afetam o crescimento de plantas e microorganismos. Os pesos moleculares variam aproximadamente de 2.000 a 5.000 Dalton (Da) (BENITES et al., 2003).

A HUM é a fração que indica peso molecular e teores de carbono mais altos e está fortemente associada à matriz mineral, o que a torna insolúvel em qualquer faixa de pH. Diferente dos ácidos húmicos e fúlvicos, que são submetidos a transformações químicas, a humina é altamente refratária. Sua composição inclui biopolímeros inalterados e menos alterados, como lignina, polissacarídeos e lipídeos ligados a minerais e materiais semelhantes a ácidos húmicos (CANELLAS et al., 2012), querogênio e carbono negro. Contém segmentos de estrutura ácido-hidrolisável, carboidratos, proteínas e ésteres que podem ser removidos por tratamento ácido (CANELLAS et al., 2009). A humina consiste no resíduo sólido que permanece após a centrifugação do extrato alcalino da amostra, para separá-la da matriz inorgânica, o resíduo passa por uma remoção de poeira e o tratamento ideal deve dissolver uma proporção substancial da matriz mineral sem alterar a estrutura química dos compostos orgânicos (CANELLAS et al., 2012).

As SH são reconhecidas principalmente por ser um componente da matéria orgânica, influenciando indiretamente as propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos. Nas plantas fornece absorção de nutrientes, que acontece por meio de três principais mecanismos: a) interação direta entre as SH e os carreadores protéicos da membrana responsáveis pelo transporte dos íons; b) influência das SH sobre a matriz fosfolipídica da membrana plasmática, em razão da penetração destas substâncias nela, simultaneamente com mudanças

na permeabilidade passiva da membrana e no ambiente lipídico ao redor das proteínas da membrana e; c) efeitos indiretos sobre o transporte, concebido por mudanças nos processos metabólicos que regulam a taxa de absorção nas células das raízes (BENITES et al., 2003).

Os efeitos das SH no metabolismo das plantas decorrem da origem do material, método de extração, concentração, composição do extrato húmico e quantidade de fertilizantes presentes ou adicionados ao solo. Solos com menores teores de matéria orgânica indicam resultados melhores, uma vez que altos teores de matéria orgânica no solo produzem níveis significantes de SH, já solos com alta fertilização, não demonstram efeitos positivos da ação de ácidos húmicos e fúlvicos (CANELLAS et al., 2014).

No entanto, as SH são compostos orgânicos oriundos da decomposição de diversos resíduos vegetais e animais do ambiente, e é possível ser utilizadas em várias culturas no seu manejo como insumos alternativos. Suas propriedades químicas, microbiológicas e físicas podem confirmar um incremento na produtividade em decorrência dos benefícios que promove para a estrutura física e química do solo e para o metabolismo da planta.

2.2 Uso de substâncias húmicas em animais

As SH têm sido usadas como agente antidiarréico, analgésico, imunoestimulantes e antimicrobiano em práticas veterinárias na Europa (MAGUEY-GONZÁLEZ et al., 2022). Além disso, eles demonstraram ter uma forte afinidade de ligação a metais pesados, mutagênicos, minerais, bactérias e aflatoxinas. As SH podem ser usadas por via oral em equinos, ruminantes, aves e suínos para o tratamento de diarreias, dispepsia (sintomas de má digestão) e intoxicações agudas.

Ademais, essas substâncias demonstraram fornecer benefícios a saúde animal, melhorando a saúde intestinal, promovendo uma melhor utilização e aproveitamento dos nutrientes e proporcionando uma maior resistência ao estresse, pois melhora o sistema imunológico aumentando a resistência, além disso, demonstrou ter eficácia contra patógenos, melhorando os parâmetros de produção de frangos corte (ARIF et al., 2019). Diversos autores forneceram muitos exemplos do uso de SH na pecuária e constataram efeitos anti-inflamatórios, adsortivos e antibacterianos, o que as torna possíveis de serem utilizadas com sucesso em muitos ramos da criação animal. Numerosos experimentos provando os efeitos positivos do uso de SH foram realizados com espécies de animais como ratos de laboratório,

suínos, ovelhas, coelhos e bovinos de leite. Um número particularmente grande de estudos foi realizado na avicultura com frangos de corte e galinhas poedeiras, codornas e outros tipos de aves e na piscicultura (BEZUGLOVA & KLIMENKO, 2022).

Nos últimos anos as SH têm sido avaliadas como aditivos promotores de crescimento e de melhoria da saúde em aves (ARIF et al., 2018). Alguns resultados de pesquisas em frangos de corte, suplementados com SH, mostram melhorias no peso corporal, conversão alimentar, peso da carcaça e morfologia das vilosidades intestinais (OZTURK et al., 2021). Foram observados também o aumento da digestibilidade e retenção de energia, nitrogênio e cinzas em frangos suplementados com SH adicionadas na água potável (GOMEZ-ROSALES et al., 2015).

As SH podem ser encontradas em concentrações entre 8-12% em compostos e vermicompostos preparados a partir de diferentes fontes de matéria orgânica e esterco de animais domésticos (GÓMEZ-ROSALES et al.,2022). São encontradas também, em menores quantidades, no líquido (lixiviado) que drena dos leitos de vermicompostos após a irrigação.

A obtenção de vermicomposto a partir de excrementos de animais caracteriza uma opção sustentável para reciclar nutrientes e reduzir as emissões de gases tóxicos como o amoníaco, e são considerados também uma fonte renovável de sustâncias húmicas que, quando adicionada as rações dos animais, melhora o crescimento, a retenção de nitrogênio e diminui as emissões de amoníaco dos excrementos (DOMINGUEZ-NEGRETE et al., 2019).

Há indicativos de seu potencial uso em animal (reduz potencialmente os efeitos adverso das aflatoxinas, pode alterar a microbiota na digesta intestinal, pode aumentar a digestibilidade dos nutrientes) antibacteriano, antiviral, anti-inflamatório, antidepressivo, dispepsia e intoxicações agudas e para alimentação como aditivo em aves com o propósito de melhorar os parâmetros de produção e reduzir o impacto ambiental, diminuindo assim a emissão de amônia nas fezes (ARIF et al.,2018).

As SH expressam efeitos estabilizadores sobre a microbiota intestinal, o que garante a otimização de nutrientes, e reflete no aumento do consumo de ração dos animais (KAYA et al., 2009). Foi observado por Arif et al., (2018), que a suplementação de SH possuem diferenças no conteúdo de ácido húmicos e ácidos fúlvicos, no nível e forma de inclusão podendo ser por meio da água ou alimento, e também em características de composição e

origem através do solo, vegetal, turfa e carvão e que a eficácia da produção avícola é afetada diretamente nos desempenhos apresentados pelos animais, e pelo controle sanitário adequado da granja.

A inclusão das SH, que é considerada um componente natural na dieta animal, influencia positivamente nas funções do sistema imunológico, melhorando a saúde intestinal (ARIF et al., 2018), reduz a incidência de diarreia e outros distúrbios digestivos, bem como diminuir a mortalidade e mantem o estado de saúde padrão. Foi observado, que influenciam também, a permeabilidade da parede celular e facilitam a transferência de minerais do sangue para os ossos e células dos animas. A absorção de componentes minerais importantes para o organismo, por exemplo, cálcio e fósforo aumentam e entram na composição dos tecidos e dos corpos fluidos, cumprindo a função de construção do corpo (PISTOVÁ et al., 2016, ARIF et a., 2018), observaram que as SH apresentam vantagens, pois não são tóxicas, não teratogênicas (aquilo que provoca uma deformação ao embrião ou feto durante a gestação) e não são necessários períodos de restrição alimentar.

Arif et al. (2016), investigaram os efeitos de diferentes níveis de SH extraídos de composto de minhocas nas dietas de frangos de corte e observaram efeito semelhante às SH da leonardita, a dose recomendada pode variar dependendo do produto especifico e do regime alimentar.

Levantamentos realizados por (PISTOVÁ et al., 2016) observou muitos estudos focados no efeito da adição de SH fornecidas na ração dos animais durante o período de engorda, mas os resultados são controversos. Outros pesquisadores relataram efeito no peso vivo, rendimento de carcaça e conversão alimentar. No entanto, muitos outros estudos observaram apenas efeitos não significativos nos parâmetros acima mencionados durante o período de engorda (OZTURK et al., 2012).

Há possibilidade de, as SH substituírem os antibióticos melhorador de desempenho na alimentação animal. Os resultados de pesquisa sugerem que as SH podem ser utilizadas como alternativa aos antibióticos na dieta das aves, pois podem ajudar a controlar a multiplicação de bactérias menos desejáveis e melhorar o balanço de nitrogênio no organismo (ARIF et al., 2019).

2.3 Avicultura – frangos de corte

O Brasil tem se destacado como grande produtor e exportador de carne de frango. Em 2022 o país se manteve como maior exportador mundial, com um volume total de 4,8 milhões de toneladas, enquanto a produção atingiu 14,524 milhões de toneladas, assumindo a segunda posição, atrás dos Estados Unidos (EMBRAPA, 2023). Devido às diversas condições favoráveis como o clima, área disponível, mão de obra, condições de biossegurança e perfil empreendedor dos produtores nacionais, resultando em um polo produtor mundial. Além disso, devido aos avanços tecnológicos, melhoramento genético, controle sanitário, disponibilidade de financiamentos para o setor, entre outros fatores, fizeram com que o Brasil fosse reconhecido, internacionalmente, pela qualidade do seu produto e por sua excelência sanitária (ABPA, 2023).

O Brasil, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2023), é responsável por, aproximadamente, 1,5% do PIB nacional e pela geração de quase 5 milhões de empregos diretos e indiretos, na produção e na indústria. O Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA (2022) aponta que, nas últimas décadas, a carne de frango, principal produto da avicultura brasileira, conquistou os mais diferentes e exigentes mercados internacionais.

Os fatores eficientes como o melhoramento genético que serve para aperfeiçoar os plantéis de aves e obter produtos de melhor qualidade, investimentos em tecnologias de automatização do sistema produtivo, controle das condições sanitárias de criação, manejo adequado, e sistema de produção integrado, contribuem para o desenvolvimento mais rápido das aves. O fornecimento de rações comerciais também tem contribuído para o aumento da eficiência produtiva dos animais, e o uso de rações adaptadas à fisiologia das aves é importante, pois garante que as aves recebam os nutrientes adequados para crescimento e desenvolvimento e para otimizar seu sistema digestivo (MAPA, 2022).

A exploração da avicultura de corte no país apresenta grande importância no cenário econômico, contribuindo de forma significativa para a economia, através da geração de uma atividade empresarial e de integração dos produtores familiares, garantindo renda, empregos e produção de carne para o consumo humano. Como em qualquer exploração animal, o sucesso da atividade avícola normalmente depende de boa qualidade dos animais, controle sanitário, manejo e alimentação (MAPA, 2022).

A nutrição é um dos fatores mais importantes na manutenção da condição física dos frangos de corte para se obter um crescimento normal e aprimorar a produção de carnes. Como a alimentação constitui 70% do investimento da criação, torna-se necessário fornecer rações balanceadas com proporções adequadas em nutrientes para se alcançar o sucesso.

Dentre os vários aspectos importantes na produção avícola, a nutrição desempenha importante papel, que engloba desde a formulação de dietas que desejam atender as exigências nutricionais, como a busca pelo incremento no aproveitamento dos nutrientes presentes nos alimentos formulados, em geral, à base de milho e soja. Assim, o dinamismo da nutrição animal busca novas estratégias para melhorar a digestibilidade dos alimentos e proporcionar condições que favoreçam a expressão do máximo potencial genético das aves, sem acréscimos aos custos de produção (ARAUJO et al., 2007).

Levando em conta que a alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola, medidas que têm em vista reduzí-las podem significar lucro para o setor. Assim, com o intuito de melhorar o aproveitamento dos nutrientes em dietas à base de milho e farelo de soja, os aditivos alimentares, têm sido incorporados à alimentação de monogástricos. A finalidade de tais compostos é melhorar o desempenho dos animais, principalmente devido ao aumento na digestibilidade dos nutrientes e de diminuir a excreção de minerais, melhorando assim a rentabilidade da produção (LEITE et al., 2008).

2.4 Composto orgânico e vermicomposto

É necessário a diminuição do custo de produção avícola, por se tratar de uma atividade competitiva, portanto alguns avicultores utilizam excrementos produzidos na criação das aves, cama aviária, esterco e aves mortas, para fabricação de compostos orgânicos, diminuindo a poluição ambiental e consecutivamente gerando um produto de qualidade para melhoria da fertilidade do solo (RODRÍGUEZ et al.,2010**)**.

O grande avanço na produção de aves para corte nos anos recentes, tem gerado maior produção de resíduos orgânicos. Uma alternativa para o seu aproveitamento é o processo de compostagem, no qual se desenvolvem reações bioquímicas para estabilização do material que está diretamente associado com a humificação da matéria orgânica.

A compostagem é uma prática utilizada na decomposição e bioestabilização dos resíduos orgânicos sólidos, sendo um processo biológico de transformação da matéria

orgânica crua, que produz um composto rico em SH, com propriedades e características diferentes do material que lhe deu origem (SILVA et al., 2007). Essa técnica permite obter mais rapidamente e em melhores condições a estabilização da matéria orgânica. A compostagem é um processo considerado de digestão aeróbica da matéria orgânica por microrganismos em condições favoráveis de temperatura, umidade, aeração, pH e qualidade da matéria-prima disponível (BENITES et al., 2003)

A cama aviária é todo material orgânico distribuído sobre o piso de galpões, servindo de leito para as aves. Sendo uma mistura de excretas, penas das aves, ração e substrato utilizado sobre o piso. Vários substratos são usados na composição da cama: maravalha, casca de amendoim, casca de café, capim seco, casca de arroz, sabugo de milho picado e etc.

O composto de cama de aviário apresenta diversas vantagens em relação ao material não compostado, uma vez que apresenta maior concentração de SH, apresenta grande parte do nitrogênio na forma orgânica e, portanto, protegido contra as perdas por volatilização e expõe uma composição microbiológica mais adequada ao seu uso como fertilizante, propiciando menor impacto ambiental ao solo do que a cama original (BENITES et al., 2003).

Já a vermicompostagem é um processo bio-oxidativo que envolve a decomposição de materiais orgânicos por espécies de minhocas detritívoras que vivem no solo. As minhocas são importantes porque fragmentam materiais orgânicos e aumentam a área de superfície, isso porque espécies microscópicas no estômago da minhoca e seus excrementos são responsáveis pela decomposição real.

Esses processos relacionados ao intestino e ao molde são considerados como tendo um impacto significativo nas propriedades do vermicomposto. Diversas espécies são usadas nesse processo, porém a espécie *Eisenia foetida* é a mais utilizada devido à sua alta taxa de digestão da matéria orgânica, tolerância às condições ambientais, taxa reprodutiva rápida, ciclo de vida curto e tolerância ao manuseio.

A matéria orgânica fresca (esterco de animais, restos culturais, restos agrícolas, cama aviária e etc,) são utilizados como matéria prima no processo que deve ser aeróbico, com uma parte ocorrendo em condições termofílicas (fase mais longa – onde os agentes patogênicos são eliminados devido à alta temperatura).

A vemicompostagem minimiza a fitotoxicidade, remove patógenos e estabiliza o material em termos de demanda de nitrogênio e oxigênio, evitando a imobilização de N pela

biota do solo, que compete com a planta por recursos limitados de nitrogênio.

O húmus é considerado o produto coloidal estabilizado, amorfo, de coloração marrom-escuro, que resulta da desintegração da matéria orgânica. É abundantemente utilizado na agricultura como estabilizador, para recuperar solo e para estimular o crescimento radicular das plantas (RODRÍGUEZ et al.,2010). As principais substâncias que compõem os húmus são (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas) sendo os ácidos húmicos e ácidos fúlvicos mais abundantes aos quais possuem efeitos benéficos no crescimento radicular em vegetais, nos parâmetros produtivos e na saúde em diferentes espécies animais (SILVA et al., 2007).

2.5 Uso de aditivos alternativos à alimentação das aves

Devido ao aumento de demanda de proteína animal nos países em desenvolvimento, a agricultura intensiva é instigada, o que resulta em resíduos de antibióticos em produtos de origem animal e, eventualmente, resistência a antibióticos. A resistência aos antibióticos é uma grande preocupação ´de saúde pública porque as bactérias resistentes aos antibióticos associadas aos animais podem ser patogênicas para os seres humanos, facilmente transmitidas aos seres humanos através das cadeias alimentares e amplamente disseminadas no meio ambiente através de resíduos animais. Estes podem causar infecções complicadas, intratáveis e prolongadas em humanos, levando a custos de saúde mais altos e, as vezes, a morte (MANYI-LOH et al., 2018).

A preocupação com o uso indiscriminado de antibióticos, ocorreu a proibição primeiramente na Suécia em 1986, e seu exemplo foi seguido por outros países da União Europeia, que baniu o uso de qualquer antibiótico como melhorador de desempenho na produção animal. Entretanto, devido a pressões políticas e das pessoas, causadas com o aparecimento de microrganismos resistentes, o uso e comercialização desses produtos utilizados têm sofrido proibições e restrições em países da União Europeia, Japão, Estados Unidos e Brasil (ARAÚJO et al, 2007).

Em 2000, a União Européia vetou o uso de cinco antibióticos melhoradores de desempenho (avoparcina, bacitracina de zinco, espiramicina, virginiamicina e tilosina) e em janeiro de 2006 foram proibidas a utilização de mais quatro substâncias: monensina, salinomicina, avilamicina e flavofosfolipol. Portanto, há interesse em substituir os antibióticos por substâncias naturais e algumas foram identificadas como tendo efeitos

inibitórios sobre cepas bacterianas, que asseguram a eficácia nutricional das empresas produtoras de frangos de corte sem deixar resíduos na carne (AGROBRASIL, 2010).

O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), através da portaria 171/2018, proibiu o uso de alguns antibióticos que contenham as seguintes substâncias: tilosina, lincomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina como aditivos melhoradores de desemepenho. Recentemente, o MAPA, através do Diário Oficial da União de 13 de janeiro de 2020, (que traz a instrução normativa nº1 de 13 de janeiro), proibiu em todo o território nacional a importação, fabricação, comercialização e o uso de melhoradores de desempenhos que contenham os antimicrobianos tilosina, lincomicina e tiamulina (BRASIL, 2020). De agora em diante, conforme essas proibições, estudos são impulsionados em busca de substâncias naturais que possam substituir o uso desses antibióticos na alimentação animal assegurando a qualidade e produtividade, visando a produção de alimentos seguros e saudáveis até chegar ao consumidor final.

Segundo, Araújo et al., (2007), o mercado consumidor deseja produtos de origem animal sem a presença de resíduos químicos e sem acréscimos no custo de produção. Considerando este quadro, existe uma crescente demanda por produtos isentos de qualquer tipo de contaminação nas carcaças de aves por bactérias patogênicas, sem deixar resíduos nocivos que possam causar problemas de saúde (reações alérgicas, resistência antimicrobiana, desenvolvimento de superbactérias), aos consumidores finais da carne de frango. Com essa finalidade, têm-se os aditivos para a dieta dos frangos de corte em substituição aos antibióticos, enquanto potencializador do desempenho (FERREIRA et al., 2016).

Conforme estudo realizado, com isolados de *Escherichia coli*, provenientes da microbiota de frangos de corte em território brasileiro verificou-se que 100% das amostras coletadas mostraram-se resistentes às cefalosporinas de terceira geração, ao ácido nalidíxico e à ciprofloxacina, 85% para tetraciclina, 23% para gentamicina e 15% para cloranfenicol (FERREIRA et al., 2016).

Procurando atender às exigências de mercado, as empresas avícolas passaram a investir em produtos alternativos aos antimicrobianos, utilizando ração isenta de melhoradores de desempenho na alimentação das aves. Dentre os chamados “aditivos alternativos”, estão os probióticos (microorganismos vivos), prebióticos (carboidratos

especificamente utilizados por um grupo de bactérias desejáveis), ácidos orgânicos, enzimas e extratos de ervas/óleos essenciais (fitoterápicos ou nutracêuticos) portanto, não há um único antibiótico que seja melhorador de desempenho para frangos de corte, mas sim diferentes tipos de aditivos que podem ser utilizados para esse fim (ARAÚJO et al., 2007; PUVACA et al., 2022).

A aplicação de aditivos alternativos na produção animal é importante para auxiliar nos avanços à substituição dos antimicrobianos. Diversos estudos indicam que existem possibilidades de desenvolver produtos alternativos em detrimento dos antimicrobianos melhoradores de desempenho (DOMINGUEZ-NEGRETE et al., 2019).

Esses aditivos agem promovendo as modulações benéficas da microbiota intestinal, e são utilizados na alimentação com o intuito de aumentar as taxas de crescimento e de sobrevivência, melhorar a saúde do trato gastrintestinal e a eficiência alimentar, poupar energia e reduzir as cargas patogênicas e a produção de dejetos, minimizando o impacto ambiental pela redução da transmissão de patógenos via alimentos, visando, melhorar o desempenho zootécnico dos animais com menor custo de produção (FERREIRA et al., 2016).

Em razão da maior exigência do consumidor e da restrição de produtos como produtores de crescimento e antibióticos pela União Europeia e Estados Unidos, observa-se uma busca de aditivos alternativos que acarretem benefícios similares ou superiores em relação a maiores taxas de crescimento, melhores índices de conversão alimentar, aumento do ganho de peso, diminuição da incidência de doenças, redução da taxa de mortalidade e redução do custo de produção.

Neste contexto, enquadram-se as SH como aditivo alternativo, pois trata-se de um produto natural, originada de diferentes fontes, com diversas formas de processamento e conforme já mencionado (Arif et al., 2018; Ozturk et al., 2021), há carência de informação quanto ao uso e procedência da SH oriundo de vermicomposto de cama aviária.

2.6 Morfometria de intestino delgado de frangos de corte.

O trato gastrointestinal das aves é definido como um tubo muscular longo que se estende da cavidade oral à cloaca e conectadas a ele duas glândulas anexas, o fígado e o pâncreas. As estruturas tubulares que compõem o sistema digestório das aves, do sentido anterior para o posterior são: cavidade oral, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestino

delgado (duodeno, jejuno e íleo) e intestino grosso (cecos, cólon e reto – cloaca; MACARI et al., 2002).

Os órgãos tubulares do sistema digestório das aves são constituídos por quatro túnicas concêntricas, com características histológicas e funcionais distintas, denominadas: mucosa, submucosa, muscular e serosa. A mucosa é composta por epitélio, que reveste internamente os órgãos por uma lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo, e pela muscular mucosa, que é uma fina camada de músculo liso. A túnica submucosa é constituída de tecido conjuntivo moderadamente denso. A muscular possui duas camadas de músculo liso e a serosa é formada de tecido conjuntivo envolto (MACARI et al., 2002).

Os vilos proporcionam um aumento na superfície interna do intestino delgado, ou seja, na área de digestão e absorção intestinal. As vilosidades são revestidas por epitélio simples e são constituídas por três tipos de celulares funcionalmente distintas: as células caliciformes, os enterócitos e as células enteroendócrinas. Devido a diferenças na altura dos vilos e espessura da túnica muscular, as três regiões do intestino delgado diferem quanto à espessura de suas paredes. A parede do jejuno é mais grossa que a do duodeno e, a do íleo, mais grossa que a do jejuno (MACARI et al., 2002).

O desenvolvimento da mucosa intestinal é decorrente de dois eventos citológicos primários associados. O primeiro é a renovação celular que consiste na proliferação e diferenciação das células intestinais, resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos. O outro evento é a perda de células por descamação, que ocorre naturalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos é determinado por uma taxa de renovação constante, ou “turnover celular”, influenciando na capacidade digestiva e de absorção intestinal (MACARI et al., 2002).

O jejuno é uma região importante do intestino delgado das aves e é frequentemente utilizado em análises de saúde intestinal, pois possui uma alta densidade de vilosidades e criptas, que são importantes para absorção de nutrientes e função imunológica, além disso, o jejuno é uma região importante para a digestão e absorção de nutrientes, e a análise dessa região pode fornecer informações valiosa sobre a eficiência alimentar e a saúde das aves (MACARI et al., 2002).

Portanto, o estudo da mucosa intestinal representa uma extensa área de exposição a agentes exógenos (proteínas alimentares, toxinas naturais, microbiota intestinal e patógenos

invasores) presentes nessa região a partir do início da ingestão, digestão e na absorção de nutrientes, sabendo que a mucosa intestinal tem crescimento constante, com destaque para a presença de microrganismos no intestino. A microbiota intestinal desempenha importante papel na manutenção da saúde animal, que é composta por microrganismos comensais que vivem em harmonia com o hospedeiro, mantendo a homeostasia do ambiente intestinal e promovendo a renovação epitelial e defesa contra patógenos oportunistas (VIEIRA et al., 2006; KOGUT, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética no Uso de Animais, do Instituto Federal de Minas Gerais, sendo aprovada a sua execução por meio do parecer da CEUA nº 15/2020 (Anexo F).

3.1 Cama aviária, compostagem, vermicompostagem e obtenção das substâncias húmicas

A cama aviária, obtida no setor de Avicultura do IFMG - *Campus* de São João Evangelista, foi primeiramente compostada termofílicamente por 30 dias, com torneamento mecânico, controlando-se de três em três dias os seguintes parâmetros: umidade, temperatura, pH e aeração. Posteriormente, o composto foi vermicompostado em sistema de minhocultura vertical (minhobox) em caixas plásticas de 300 dm^3 por 90 dias, utilizando-se uma densidade de 1000 minhocas (*Eisenia foetida*) por m^3 de composto para cada quilo de cama aviária. A umidade foi ajustada para 50 a 70% ao longo de todo período com um kit de sensor de umidade (SMRT-Y) e mantida durante todo o processo. O vermicomposto foi caracterizado quimicamente por meio das seguintes análises: i) medição do potencial hidrogeniônico por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão vermicomposto: líquido (água) na proporção 1: 2,5; ii) teor de carbono orgânico determinado segundo protocolo de Walkley-Black modificado (YEOMANS E BREMNER, 1988) e iii) teor de nitrogênio total determinado pelo método Kjeldahl (BREMNER E MULVANEY, 1982; Apêndice A).

Após obtenção do vermicomposto realizou-se a extração das SH no Laboratório Multidisciplinar de Pesquisa do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – campus Unaí, seguindo o protocolo clássico

desenvolvido pela Sociedade Internacional das SH (IHSS, 2023). Para realização da extração bruta das SH foram utilizados a razão vermicomposto: solvente de 1:10 (m:v) (100 gramas de vermicomposto: 1000 mL de NaOH 0,5 mol L^{-1}). Na primeira etapa o sobrenadante é conhecido como substância húmica e o precipitado como humina (fração insolúvel da matéria orgânica).

Após o processo de extração, aguardou-se a sedimentação da humina por 24 horas para se realizar a sifonagem da substância húmica e ajustar o valor do pH para 7 com o auxílio de uma solução de HCl 6,0 mols L^{-1}. Após esses procedimentos as SH foram imediatamente transferidas para sacolas de papel celofane tipo PT 35 gr. e submetidas à diálise com água destilada em bandeja de 7 litros para purificação. A água foi trocada duas vezes por dia até que a condutividade elétrica ficasse próxima a 0 µs cm^{-1}. Posteriormente, as SH foram congeladas e secas em estufa de circulação forçada (60ºC por 48 horas), e levadas ao liofilizador modelo L101, marca Liotop.

Realizada a purificação, as SH foram caracterizadas quimicamente por meio de uma análise de sua composição elementar em auto analisador CHN Perkin Elmer (14.800) com amostras de 4 mg de SH em triplicata. O teor de oxigênio foi obtido por diferença e o de cinzas pela incineração de 50 mg dos materiais húmicos por 700º C durante 8 h e 50 mg dos materiais húmicos obtidos foram mineralizados com uma solução de $HNO_3/HClO_4$. Tais soluções foram distribuídas em balões volumétricos de 20 mL, e posteriormente analisadas por espectrometria de absorção atômica (Perkin-Elmer AAS Analyst 700) onde não foram encontrados vestígios de potássio (K) e nem de metais (Fe, Mn, Cu, Al; Apêndice B).

3.2 Experimento 1: Substâncias húmicas como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho.

3.2.1 Localização e instalações

O experimento foi conduzido em um galpão experimental para frangos de corte no Setor de Avicultura do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus São João Evangelista. O galpão foi construído em alvenaria com dimensões internas 117,6 m² (14 m de comprimento e 8,4 m de largura), pé direito de 2,8 m, sentido leste-oeste, piso em concretos, laterais protegidas em telas metálicas e lonas na cor azul (polietileno) reguláveis para controle da temperatura interna, com lanternim e telhado de fibrocimento.

Este foi dotado de campânula, bebedouros, comedouros e ventiladores. A cidade de São João Evangelista está situada no Vale do Rio Doce, latitude 18°32'52''S e longitude 42°45'48''W, a 690 metros acima do nível do mar. O clima desta região é do tipo Cwa (verões chuvosos e quentes e inverno seco) segundo classificação de Köppen. A temperatura mínima média anual de 15° C e 27° C para temperatura máxima. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.180 mm/ano (RIBEIRO et al., 2011).

Foram utilizados 320 pintos de corte de um dia da linhagem Cobb 500®, machos provenientes de um mesmo lote de matrizes, com idade e linhagem iguais. As aves foram alojadas em círculo de proteção (1,0m de raio) até o nono dia, após esse período foram alocados em 32 parcelas experimentais individuais medindo 1,74 x 2,07 (3,60m²), montadas na área central, em um galpão do tipo pressão positiva, com dois ventiladores e lanternim na área central do telhado. As muretas laterais do galpão eram em alvenaria de 0,40 m e tela de arame de 1,80 m de altura no sentido de orientação leste-oeste. A densidade de alojamento em cada parcela experimental foi de 2,7 aves/m² (10 aves/ parcelas experimentais). Cada parcela experimental teve um bebedouro pendular e um comedouro tubular a partir do nono dia até 42 dias de idade, sendo a relação de comedouro e bebedouros por número de aves de 1:30. A alimentação e água foram "*ad libitum*" no interior das parcelas experimentais.

3.2.2 Manejo experimental

Antes do início do experimento, o galpão e os equipamentos foram limpos e desinfetados. Logo após a chegada dos pintos no galpão experimental, realizou-se o manejo de seleção e pesagem. Lotes homogêneos de 10 pintos foram pesados e distribuídos aleatoriamente nos boxes, de acordo com a identificação dos tratamentos e repetições. Durante a fase experimental foram coletados no galpão dados meteorológicos de temperatura ambiente e precipitação (Anexo E).

Como medida profilática, as aves foram vacinadas no incubatório contra Marek e bouba aviária, e aos 15 dias de idade foi ministrada a vacina contra Gumboro na água de bebida.

O programa de luz adotado foi de 12 horas de iluminação natural e de seis a 12 horas de iluminação artificial por dia, durante o período experimental. A iluminação artificial foi feita por lâmpadas de led de 60W distribuídas no galpão uniformemente, buscando o

fornecimento de 22 lúmens/m². (Anexo G).

O controle da temperatura ambiente foi realizado com manejo de cortinas, sendo associados aos ventiladores no galpão. A média de temperatura foi monitorada diariamente com dois termômetros de mínima e máxima no centro do galpão. O aquecimento interno do galpão na fase pré-inicial foi realizado por aquecedor/campânula a gás automático e monitorado diariamente de acordo com a temperatura e umidade.

A água e as rações foram fornecidas à vontade. Os bebedouros foram lavados e cheios duas vezes por dia para evitar a redução do consumo de água e consequentemente de ração.

Tabela 1. Rações fornecidos aos frangos de corte em fase inicial, crescimento e final.

Tratamentos	Dietas + Concentrações	Inclusão SH/ kg
Ração 01	Dieta basal (testemunha)	-----
Ração 02	Dieta basal + 40 mg de SH	0,04g/ 1,0 kg de ração
Ração 03	Dieta basal + 80 mg de SH	0,08g/ 1,0 kg de ração
Ração 04	Dieta basal + 160 mg de SH	0,16g/ 1,0 kg de ração
Ração 05	Dieta basal + 320 mg de SH	0,32g/ 1,0 kg de ração
Ração 06	Dieta basal + 640 mg de SH	0,64g/ 1,0 kg de ração
Ração 07	Dieta basal + 1280 mg de SH	1,28g/ 1,0 kg de ração
Ração 08	Dieta basal + antibiótico melhorador de desempenho (bacitracina de zinco a 15%)	0,036g/ 1,0 kg de ração

As aves receberam um programa alimentar de acordo com cada fase de criação: A ração pré-inicial (1 a 10 dias de idade) foi comum a todas as aves e as dietas experimentais foram implantadas a partir da fase inicial (11-21 dias de idade), crescimento (22-35 dias de idade) e final (36-42 dias de idade). As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, isoprotéica e isoenergética, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017), as SH e o melhorador de desempenho foram adicionados e incorporados no momento do preparo das dietas, conforme as tabelas no Apêndice C.

3.2.3 Parâmetros avaliados

Durante a condução do experimento foram avaliados, semanalmente, o peso e

consumo de ração de cada unidade experimental, sempre no mesmo horário, sendo anotado e calculados os índices de desempenho zootécnico das aves, seguidos abaixo: i) consumo de ração: calculado pela diferença entre a quantidade de ração oferecida no início e as sobras ao final de cada fase e considerando o número de aves mortas no intervalo como critério para correção dos valores de consumo; ii) ganho de peso: calculado pela diferença entre os pesos médios das aves obtidos pelas pesagens de todas as aves em cada idade; iii) conversão alimentar: obtido pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, corrigida pelo peso total das aves mortas; iv) eficiência alimentar: obtido pelo ganho de peso médio por ave no lote, dividido pelo consumo médio de ração por ave, sendo o inverso do índice de conversão alimentar; v) peso e tamanho do intestino delgado: As medidas de comprimento do intestino delgado, (duodeno, jejuno e íleo) foram realizadas utilizando-se régua de metal da marca Western com precisão de 1,0 milímetro. Após o procedimento de medição foi realizada a pesagem, utilizando uma balança digital de precisão da marca Celtac FA2104N com escala de pesagem de 0,001 até 500 gramas, pesando-se então as estruturas delineadas acima. vi) cálculo de rendimento de carcaça: foi tomado como base o peso vivo da ave, obtido individualmente na plataforma antes do abate, menos o peso da carcaça eviscerada sem cabeça, pescoço e pés; vii) peso médio: obtido dividindo-se o peso total das aves de cada parcela, pelo número médio de aves da parcela; viii) taxa de mortalidade: obtido pela divisão de total de aves abatidas no final pelo total de aves iniciadas no alojamento. ix) viabilidade criatória: é a porcentagem das aves vivas no final do experimento.

Ao final de cada fase, inicial, crescimento e final, os frangos foram submetidos ao jejum alimentar pré-abate de seis a oito horas. Após esse período, duas aves de cada unidade experimental, todos machos, foram capturados, identificados e transportados em gaiolas de contenção até o abatedouro de aves do IFMG - campus São João Evangelista.

As aves foram pesadas individualmente, sacrificadas por deslocamento cervical e, então, sangradas, escaldadas a 52 °C por 2 minutos e depenadas. As carcaças das aves foram pesadas e foi realizada a evisceração e retirada da cabeça, do pescoço e dos pés. Para a determinação do rendimento, as carcaças evisceradas sem pés, cabeça e pescoço foram pesadas em balança de precisão. O peso obtido foi dividido pelo peso corporal da ave depois do jejum, Portaria nº 74, de 7 de maio de 2019 do MAPA.

3.2.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi o delineamento em blocos casualizados (DBC) com oito rações, tendo quatro repetições (quatro blocos) cada um dos tratamentos, tomando um total de 32 parcelas experimentais, sendo cada parcela experimental composta por 10 aves. Por meio de análises de regressão buscou-se, sem êxito, uma concentração ideal de SH para os índices zootécnicos obtidos, pois para nenhuma variável estudada foi possível se obter um melhor ponto de máxima atividade biológica. Por esse motivo, os dados quantitativos (diferentes concentrações de substâncias húmicas) foram tratados como qualitativos para posterior testagem por diferenciação entre médias.

Os dados foram submetidos à análise utilizando o teste F a 5% de probabilidade. As variáveis cujo teste F apresentaram significância tiveram suas médias comparadas pelo teste t (LSD), a 5% de probabilidade utilizando-se programa estatístico SISVAR (versão 5.0) da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011).

3.3 Experimento 2: Avaliação histomorfométrica de amostra de intestino delgado de frangos de corte.

3.3.1 Coleta e preparação das amostras de jejuno para histologia

Esse experimento foi realizado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, no Laboratório Multidisciplinar de Pesquisa do Instituto de Ciências Agrárias - campus de Unaí.

Para a avaliação da histomorfometria do intestino delgado (jejuno) no final de cada fase, sendo crescimento – aos 35 dias de idade e final – aos 42 dias de idade, foram utilizadas duas aves por boxe, capturadas, fundamentando-se no peso médio da parcela, totalizando oito aves por tratamento.

Após a eutanásia das aves por deslocamento cervical, foi feito o procedimento de sangria, escalda, depena e evisceração e em seguida a abertura da cavidade abdominal dos animais (Anexo H). Na sequência, identificou-se inicialmente o ventrículo (ou moela) dos animais e em seguida visualizou-se o pâncreas. O pâncreas se localiza entre as alças do duodeno, que possui formato de U e termina na junção duodenojejunal (DYCE, 2010). Ao término do pâncreas e, portanto, na posição da junção duodenojejunal, utilizou-se uma régua

milimetrada para marcar uma distância de 15 centímetros no sentido aboral (em direção à cloaca) no jejuno, a partir da qual foram obtidas as amostras.

Os fragmentos de jejuno medindo aproximadamente 5,0 cm de comprimento foram cuidadosamente coletados (Anexo I), lavados em água destilada, estendidos pela túnica serosa, foram abertos com tesoura fina-romba de 15 cm reta, afixados em papel rígido e fixados com alfinete, em solução de formol tamponado a 4%, acondicionados em frasco por aproximadamente 30 dias (Anexo J).

3.3.2 Processamento histológico

Os fragmentos de jejuno fixados foram recortados, submetidos ao processamento histotécnico e inclusos em blocos de parafina. Durante o processamento histotécnico os cortes histológicos foram mantidos sequencialmente em soluções de álcool etílico a 70%, álcool etílico a 80%, álcool etílico a 90%, álcool etílico absoluto I, álcool etílico absoluto II, xilol I, xilol II, parafina I e parafina II. O tempo utilizado em cada solvente durante o processamento histotécnico foi testado e padronizado em 45 minutos (JECKEL NETO, 2007).

3.3.3 Microtomia e coloração de H&E

Microtomia é realizada após a inclusão do tecido em parafina, que permite que o tecido seja cortado em seções finas, para análise histológica sob um microscópio e a coloração H&E, são usadas para identificar diferentes tipos de células e tecidos, bem como para detectar anormalidades celulares, sendo a hematoxilina cora o núcleo das células em azul, enquanto a eosina cora o citoplasma em rosa. Sendo assim, foram obtidos cortes histológicos com 5 µm (micrômetros) de espessura, montados em lâminas histológicas que foram posteriormente coradas na coloração de Hematoxilina e Eosina (H&E) segundo a técnica de Jeckel Neto (2007), para posterior exame à microscopia.

3.3.4 Análise morfométrica

Nos cortes histológicos obtidos, foram capturadas todas as imagens histológicas no comprimento do corte. As imagens foram capturadas no aumento de 4X utilizando-se o microscópio binocular de luz LEICA ICC50 HD® acoplado a uma câmera digital, conectado a um computador contendo uma placa de captura de imagem (ATI) através do software de

captura Leica LAS EZ® (Leica Microsystems, Buffalo Grove - USA). As fotomicrografias foram analisadas utilizando o software Image J®. A calibração do programa foi realizada utilizando uma fotomicrografia no mesmo aumento (4x) de uma régua micrométrica de 0,01 mm LEICA (50 mm – Referência 10310345), onde 156 pixels corresponderam a 100 micrômetros. O Software Image J ® foi usado para medir a altura de mucosa. A altura de mucosa (em μm) foi determinada conforme o seguinte: traçou-se uma linha reta desde o ápice da vilosidade até o término da camada muscular da mucosa, segundo a técnica de Jeckel Neto (2007). A análise morfométrica foi realizada por um mesmo examinador (Anexo L).

Para determinar o número mínimo representativo de medições a serem realizadas, capturou-se todas as imagens histológicas possíveis no corte histológico obtido. Em seguida, realizou-se 05, 10, 15, 20 e 25 medições nas imagens capturadas e obteve-se os valores de média, desvio-padrão e coeficiente de variação (CV) (adaptado de SAMPAIO, 2010). Nos dois grupos avaliados, fase de crescimento e final, o número mínimo de medições a partir do qual o CV não sofria variação significativa foi 05 medições. Deste modo, definiu-se 05 medições a serem feitas nos dois grupos, distribuindo-as por todos os cortes histológicos obtidos.

3.3.5 Análise estatística da morfometria

O delineamento experimental foi o delineamento em blocos casualizados (DBC) com oito tratamentos, tendo quatro repetições (4 blocos) cada um dos tratamentos, tomando um total de 32 parcelas experimentais, sendo cada parcela experimental composta por 02 aves. Por meio de análises de regressão buscou-se, sem êxito, uma concentração ideal de substância húmica (SH) para as análises anatômicas realizadas, pois não foi possível obter-se um melhor ponto de máxima atividade biológica. Por esse motivo, os dados quantitativos (diferentes concentrações de SH) foram tratados como qualitativos para posterior testagem por diferenciação entre médias. Os dados foram submetidos à análise utilizando o teste F a 5% de probabilidade. As variáveis cujo teste F apresentaram significância tiveram suas médias comparadas pelo teste t (LSD), a 5% de probabilidade utilizando-se programa estatístico SISVAR (versão 5.0) da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS

4.1 Experimento 1: Substâncias húmicas como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho.

4.1.1 Consumo de ração

Na fase inicial o menor consumo de ração pelos os frangos (Figura 06) ocorreu com a ração 2, em comparação a ração 1, mas não houve diferenças estatísticas em relação as demais rações (P>0,05). Já na fase de crescimento o menor consumo de ração ocorreu na ração 4, igual estatisticamente a ração 1 e a ração 8, mas diferindo das rações 3, 5, 6 e 7. Na fase final, as aves que receberam a ração 2, promoveu uma redução no consumo de ração, mas estatisticamente semelhante a ração 1 e a ração 8 e no ciclo completo a ração 2, diferiu estatisticamente das rações 1 e 8, porém igual aos resultados obtidos nas rações 4, 5 e 6.

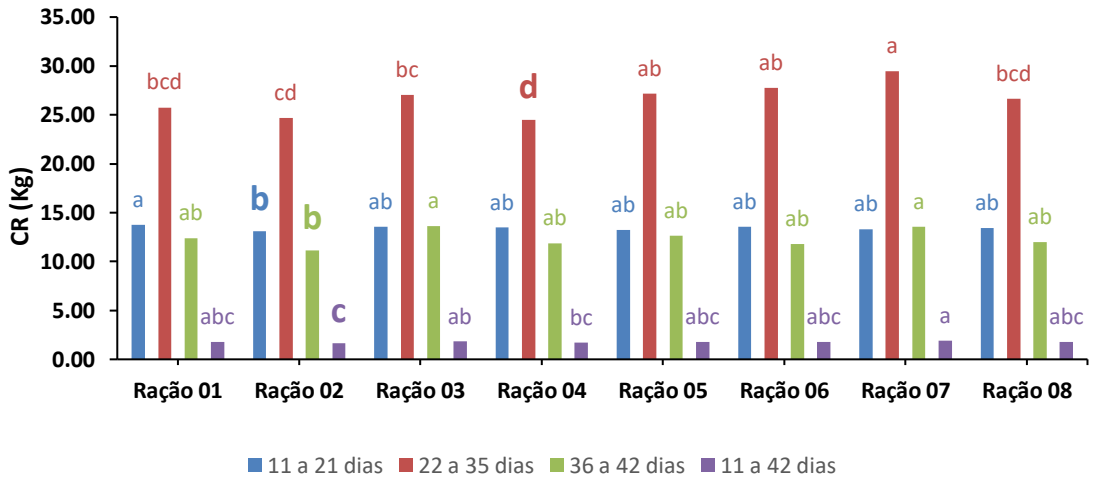


Figura 1. Consumo de ração de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas azuis (fase inicial), vermelhas (fase crescimento), verdes (fase final) e roxas (ciclo completo) referem-se à existência de diferença significativa pelo Teste t (LSD; P<0,05).

4.1.2 Ganho de peso médio

Para o ganho de peso (Figura 07), na fase inicial, a ração 2, foi igual a ração 1, mas foi melhor que a ração 8. A ração 7, apresentou resultado igual a ração 8. As demais rações (3, 4, 5, 6) apresentaram resultados similares para ganho de peso. Para as fases de crescimento, final e ciclo completo, não houve diferenças (P>0,05) entre as rações (Anexo A).

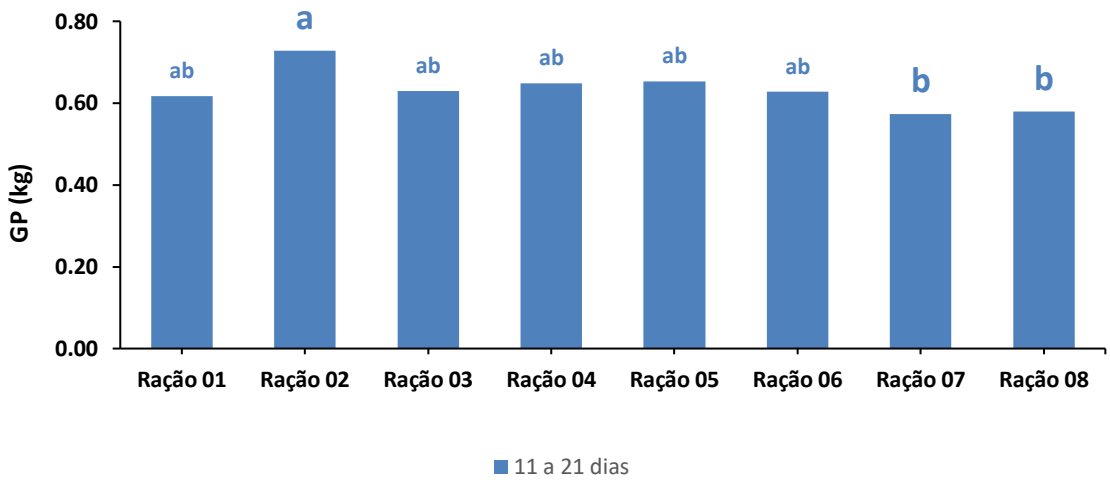


Figura 2. Ganho de peso médio dos frangos de corte submetidos a diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas azuis, referem-se à existência de diferença significativa pelo Teste t (LSD; P<0,05) na fase inicial.

4.1.3 Conversão alimentar

A conversão alimentar no ciclo completo foi melhor significativamente na ração 2 em comparação a ração 8, já as rações 3,6, 7 apresentaram resultados semelhantes a ração 8. Em relação aos demais rações, a ração 2 se assemelhou as rações 4, 5 e a ração testemunha (Figura 08). Para as fases inicial, crescimento e final não houve diferenças (P>0,05) entre as rações fornecidas aos frangos (Anexo A).

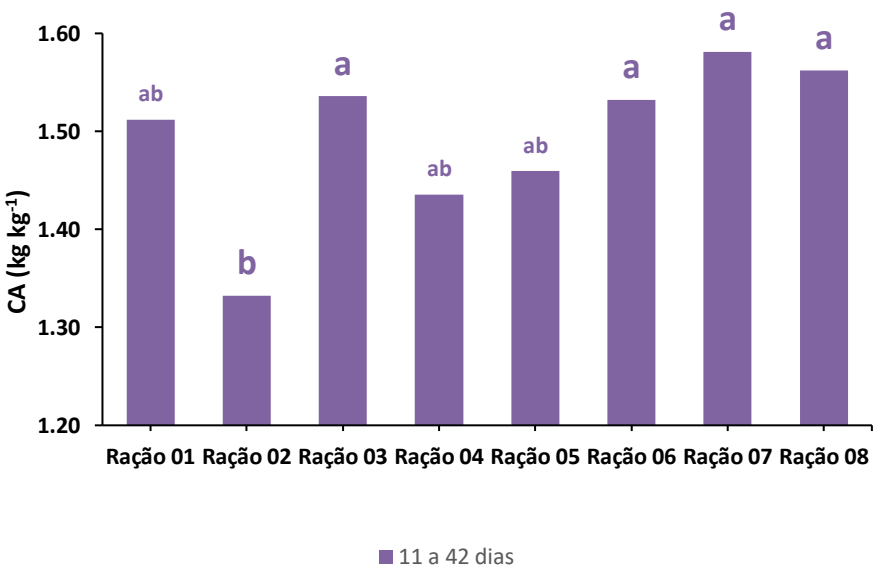


Figura 3. Conversão alimentar de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas roxas (ciclo completo) referem-se à existência de diferença significativa pelo Teste t (LSD; P<0,05) no período completo de 11 a 42 dias.

4.1.4 Eficiência alimentar

A ração 2 (Figura 09) proporcionou a melhor eficiência alimentar em relação a ração 1 e a ração 8, porém ao comparar com as demais rações apresentou resultados semelhantes entre si na fase inicial. Na fase de ciclo completo (11 a 42 dias) houve diferença entre as rações 2 e 3, a ração 2 foi mais eficiente que a ração 3 e semelhante as demais rações. Para as fases crescimento e final não houve diferenças (P>0,05) entre as rações fornecidas (Anexo C).

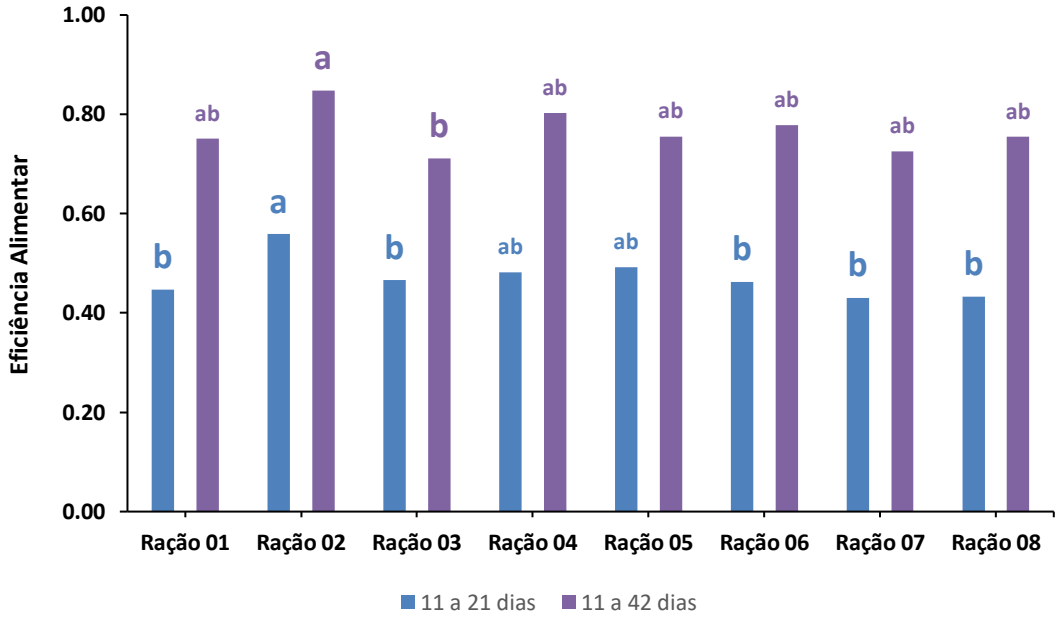


Figura 4. Eficiência alimentar de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) nas fases inicial (11 a 21 dias) e de 11 a 42 dias (período completo), respectivamente.

4.1.5 Peso do intestino delgado

Para a fase inicial, crescimento e ciclo completo não houve diferenças (P>0,05) entre as rações. Na fase final (Figura 10) a ração 5 diferiu estatisticamente da ração 8, entre as rações que receberam SH, houve diferença entre as rações 4 com a 5, prevalecendo a ração 5, as demais rações foram semelhantes a ração 1, não havendo diferença. Para as fases inicial, crescimento e ciclo completo, não houve (P>0,05) entre as rações (Anexo B).

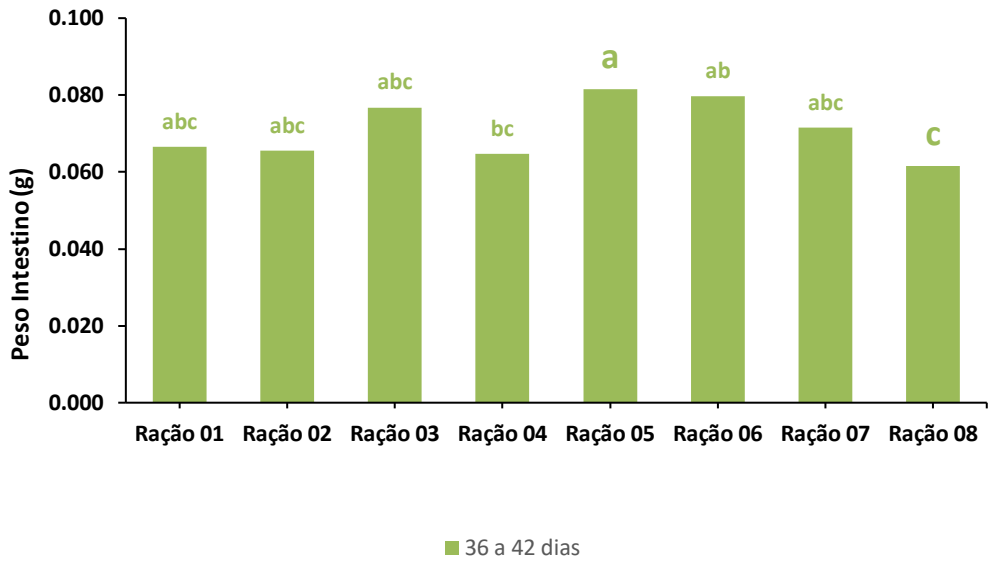


Figura 5. Peso do intestino delgado de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo pelo Teste t (LSD; P<0,05) na fase final (36 a 42 dias).

4.1.6 Tamanho do intestino delgado

Na fase inicial (Figura 11), as rações 2 e 3 proporcionaram maior tamanho do intestino delgado em relação a ração 1, mas foi igual a ração 8, e nas rações 4, 5, 6 e 7 não houve diferenças (P>0,05). Para a fase final, a ração 5 proporcionou o maior tamanho para o intestino em relação a ração 1, mas foi igual a ração 8. Nas rações que receberam quantidades variadas de SH, a ração que proporcionou aumento do tamanho do intestino delgado foi a ração 5. Para as fases de crescimento e ciclo completo, não houve diferenças (P>0,05) entre as rações (Anexo B).

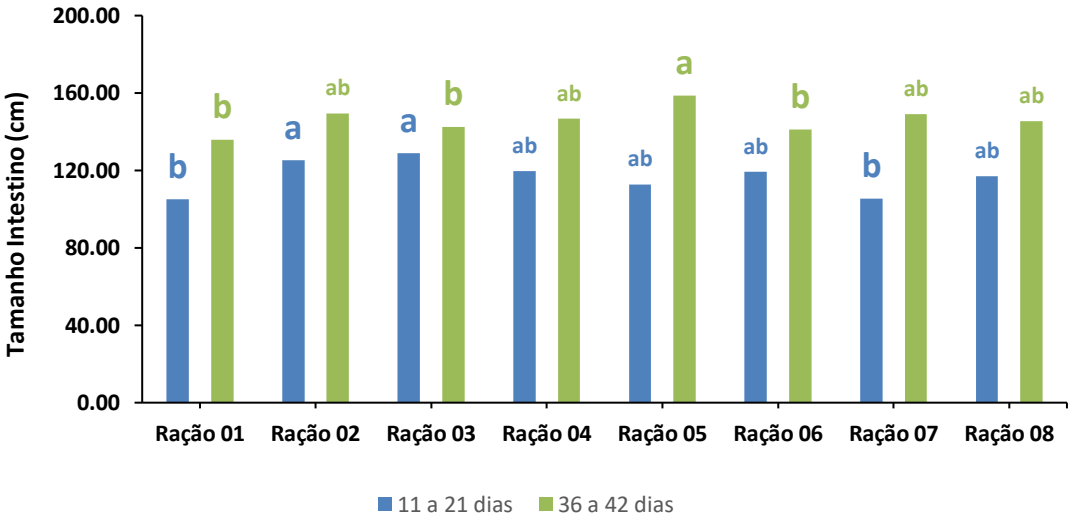


Figura 6. Tamanho do intestino delgado de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) nas fases inicial (11 a 21 dias) e final (36 a 42 dias), respectivamente.

4.1.7 Rendimento de carcaça

Para o rendimento de carcaça (Figura 12), na fase inicial, a ração 8 apresentou melhor resultado que as demais, porém a ração 7 apresentou um menor rendimento de carcaça, sendo que as rações que receberam quantidades variadas de SH os resultados foram semelhantes entre si, inclusive com a ração 1. Para as fases de crescimento, final e ciclo completo, não houve diferenças (P>0,05) entre as rações (Anexo C).

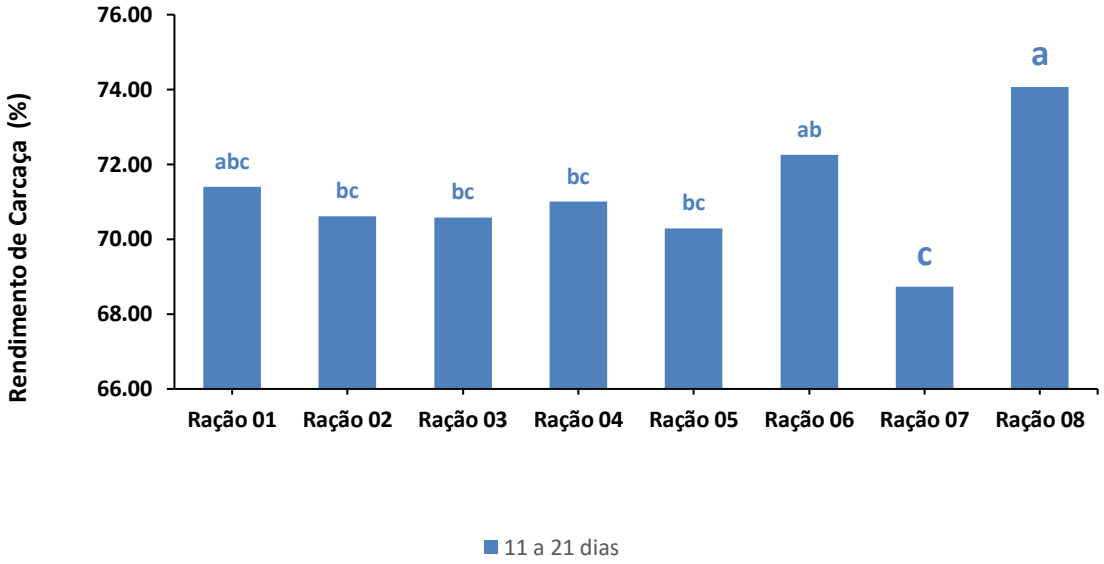


Figura 7. Rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) na fase inicial (11 a 21 dias).

4.1.8 Peso médio por ave

Na fase inicial (Figura 13), a ração 2 não diferiu estatisticamente da ração 1, mas diferiu da ração 8 e da ração 7. A ração 2 proporcionou maior peso médio por ave em relação a ração 8. No ciclo completo, as rações 3 e 5 proporcionaram melhor peso médio por ave em relação a ração 8, mas foi igual à ração 1 e as demais rações. Para as fases de crescimento e final, não houve diferenças (P>0,05) entre as rações (Anexo D).

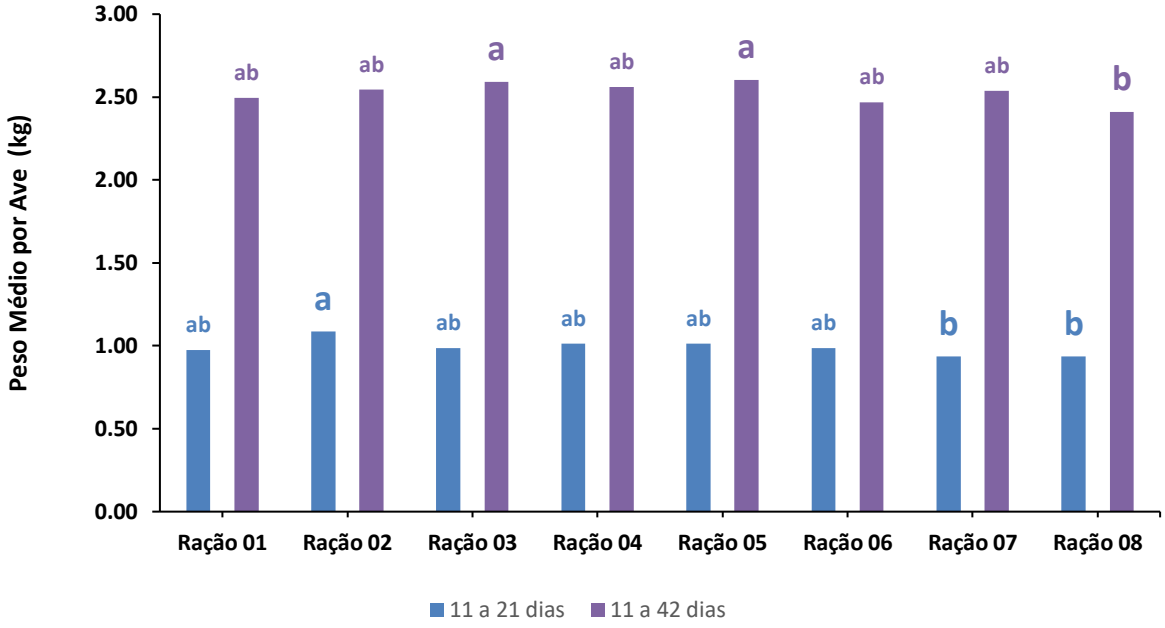


Figura 8. Peso médio de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) nas fases inicial (11 a 21 dias) e no ciclo completo (11 a 42 dias), respectivamente.

4.1.9 Taxa de mortalidade

A mortalidade (Figura 14) foi maior na ração 2 em relação a ração 1 e foi igual estatisticamente a ração 8, porém nas demais rações crescentes de SH observa-se menor mortalidade no ciclo completo. Para as fases inicial, crescimento e final, não houve diferenças (P>0,05) entre as rações (Anexo C).

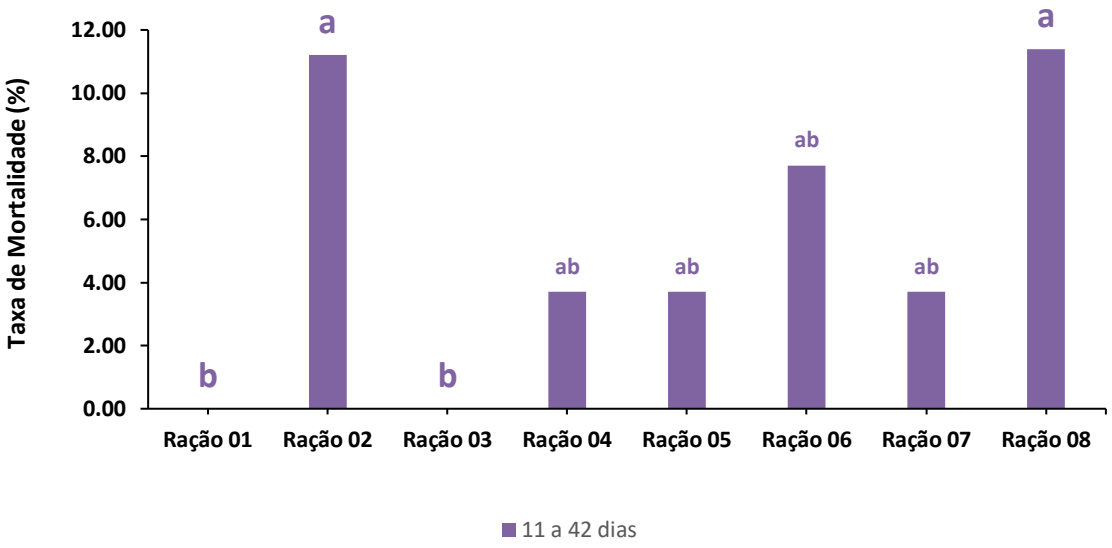


Figura 9. Mortalidade de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) no período completo (11 a 42 dias).

4.1.10 Viabilidade criatória

A ração 3 (Figura 15) teve maior viabilidade criatória em relação a ração 8, mas foi igual a ração 1, já para as rações que receberam quantidades crescentes de SH, houve diferença (P>0,05) na ração 3 em comparação a ração 2, porém as demais rações foram iguais. Para as fases inicial, crescimento e final, não houve diferenças (P>0,05) entre as rações (Anexo D).

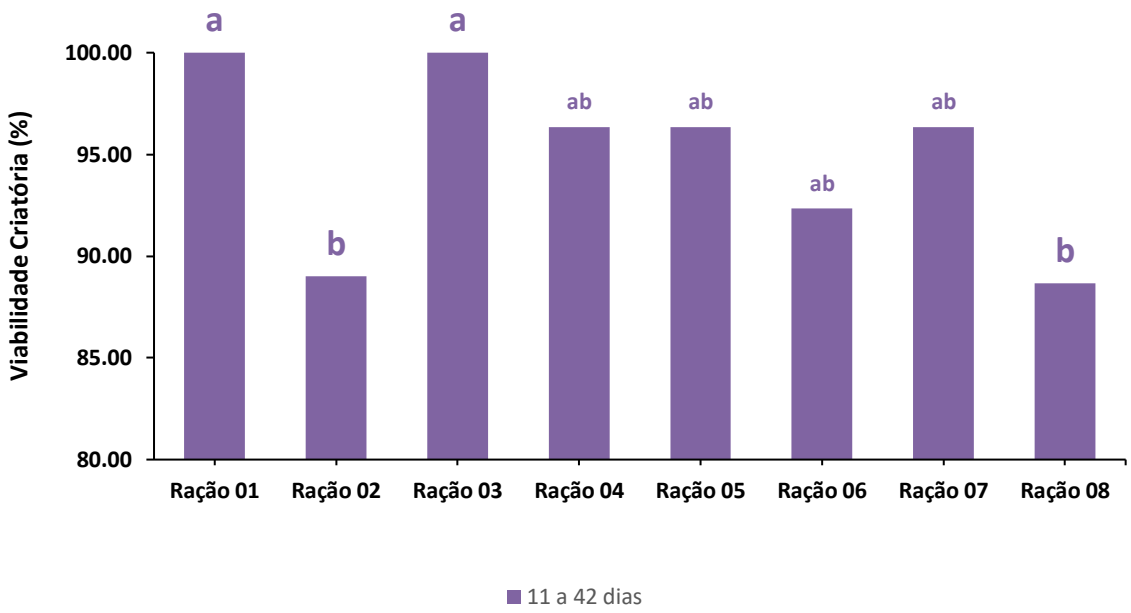


Figura 10. Viabilidade criatória de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) no período completo (11 a 42 dias).

4.2 Experimento 2: Avaliação morfométrica de amostra de intestino delgado de frangos de corte suplementados com substâncias húmicas e melhorador de desempenho.

4.2.1 Altura de mucosa do jejuno de frangos de corte.

Na fase de crescimento (22 a 35 dias de idade), observou-se maior altura de mucosa na ração 5 em relação a ração 1 (P<0,05), não tendo havido diferença em relação as demais rações (P<0,05) (Anexo L).

Na fase final (36 a 42 dias de idade), observou-se maior altura de mucosa na ração 7 em relação a ração 8 (P<0,05), não tendo havido diferença em relação as demais rações (P<0,05).

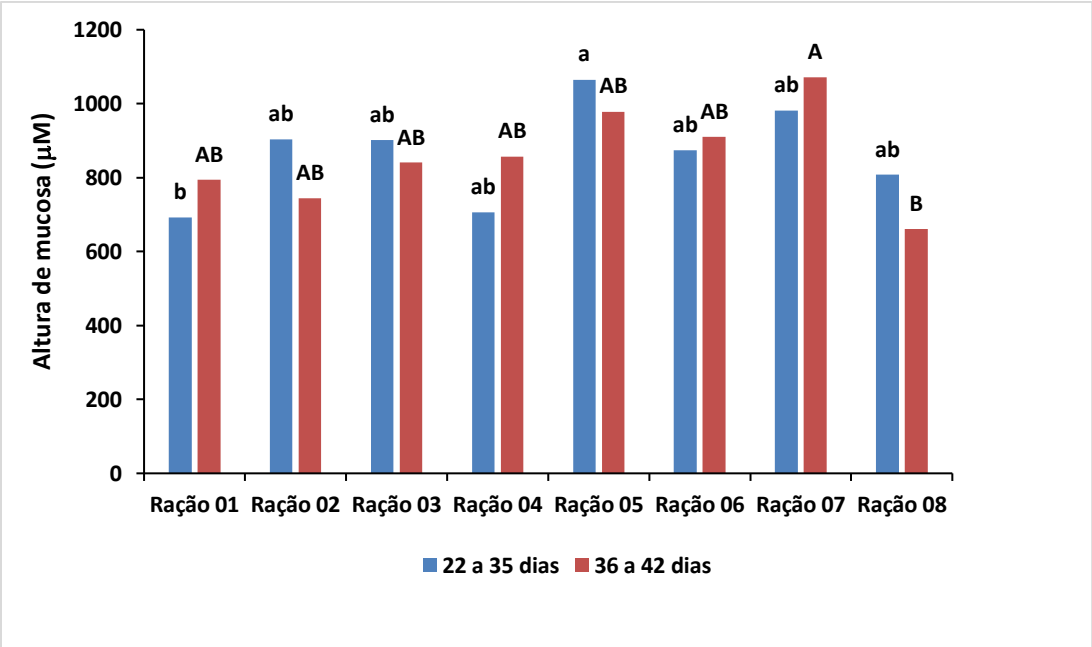


Figura 11. Altura de mucosa do jejuno de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t (LSD; P<0,05) nas fases crescimento - azul (22 a 35 dias) e final - vermelho (36 a 42 dias), respectivamente.

4.2.2 Análises morfométrica intestinal (jejuno) de frangos de corte.

Imagens histológicas das fases crescimento e final estão agrupadas no Anexo M, com o aumento de objetiva 4X e coloração de Hematoxilina e Eosina. A referida figura mostra as análises histológicas comparativas do jejuno de frangos de corte que receberam variadas quantidades de SH nas rações que mais se destacaram, o que ocorreu nas fases de crescimento (22 a 35 dias de idade) nas rações 5, ração 1 e ração 6 (respectivamente) e na fase final (36 a 42 dias de idade) nas rações 7, ração 8 e ração 3(respectivamente). Essas análises permitiram comparar o desenvolvimento histológicos do jejuno entre as rações que receberam SH, a ração 1 e ração 8, ao longo de toda a sua extensão. Observa-se que os grupos que receberam SH nas rações supracitadas a mucosa é mais desenvolvida e mais alta. Ocorreu aumento expressivo na espessura da camada da mucosa em todas as rações com SH em relação as rações 1 e 8, evidenciando o efeito das SH no parâmetro em questão. Porém aumento mais acentuado, com diferença (P>0,05), da mucosa do jejuno ocorreu na ração 5 na fase de crescimento e na ração 7 na fase final (Anexo M).

5. DISCUSSÕES

5.1 Consumo de ração, ganho de peso, conversão e eficiência alimentar

Neste estudo, a suplementação com SH resultou em maior ganho de peso, menor consumo de ração, melhor eficiência e conversão alimentar nas fases inicial (11 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 35 dias de idade), final (36 a 42 dias de idade) e no ciclo completo (11 a 42 dias de idade; $P<0,05$), usando as rações com SH em comparação a ração 1 e a ração 8; Figuras 6, 7, 8 e 9). A presença das SH nas dietas pode ter determinado a melhora no desempenho, provavelmente pela alteração na morfologia intestinal também verificada no presente estudo.

Segundo Edmonds et al., (2014) o menor consumo de ração pode reduzir a taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal e aumentar a atividade enzimática do pâncreas que levam ao aumento da digestibilidade do alimento e a presença de aditivos alimentares na dieta podem alterar o tempo de trânsito do alimento no intestino das aves. No trabalho de Akaichi et al., (2022) não houve diferenças ($P>0,05$) no consumo de ração e ganho de peso nas dietas sem ou com a presença de SH, esses achados diferem do presente estudo, onde as dietas com a presença de SH tiveram os menores consumos de ração e maiores ganho de peso.

A resposta de desempenho dos frangos de corte foi melhor em rações suplementados com SH quando comparados com a rações 1 e 8, indo de acordo com os resultados de diversos autores (GOMEZ-ROSALEZ & ANGELES, 2015; ABU-HAFSA et al., 2021; GOMEZ-ROSALEZ et al., 2022), que reforçam ainda que as presenças das SH nas dietas de frangos de corte melhoram a digestibilidade dos alimentos, aumentando a energia disponível para o animal. Observa-se que a adição de SH promoveu os ganhos observados na fase inicial e de crescimento das aves neste trabalho, logo, melhorar a digestibilidade dos nutrientes nestas fases é vital para que as aves ganhem peso até atingir o peso de mercado (BIGGS & PARSONS, 2009).

A melhora na conversão alimentar foi observada nos frangos de corte do ciclo completo (11 a 42 dias de idade) recebendo SH, neste trabalho. O resultado é consistente com os encontrados e relatados por (AVCI, et al., 2007, OZTURK et al., 2012 e AKAICHI et al., 2022). Isso poderia ser explicado pelo fato de que as SH estabilizam a microbiota

intestinal, garantindo assim um melhor aproveitamento de nutrientes da dieta (AVCI, et al. 2007).

5.2 Peso e tamanho do intestino delgado

Neste estudo, a suplementação com SH resultou em maior peso e tamanho do intestino delgado nas fases inicial e final, usando as rações com SH em comparação a ração 1 e 8 (Figuras 10 e 11). A presença das SH nas dietas pode ter determinado um maior desenvolvimento dos órgãos internos, principalmente o intestino delgado estudado.

Segundo estudos de Disetlhe, et al., (2018) as mudanças no tamanho e na estrutura dos órgãos internos podem ser indicativos do efeito da dieta e seus componentes no desenvolvimento e função dos órgãos. Alguns estudos relatados por Akaichi et al., (2022) sugeriram que as SH podem ter efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios, o que pode ser potencialmente benéfico para a saúde do fígado. O aumento observado nos pesos e no comprimento do intestino delgado pode ser atribuído em grande parte ao efeito trófico das SH em estimular a proliferação de células e tecidos normais, aumentando a renovação e manutenção do tecido saudável. Além disso, as alterações morfológicas intestinais intensificadas pela presença de SH nas dietas testadas, podem ter o efeito de aumentar o tempo de retenção de alimentos para os processos de digestão e aumentar a permeabilidade da mucosa para assimilação eficiente de nutrientes.

Achados de outros estudos Li et al. (2018); Wang et al. (2020); Wen et al. (2022) e Omar et al. (2022), revelaram efeitos semelhantes ao presente trabalho, onde os autores observaram que o comprimento e desenvolvimento do intestino delgado é fator importante no crescimento e posterior desempenho das aves.

5.3 Rendimento e peso das aves

Os resultados do presente estudo revelam que a alimentação de frangos de corte com SH nas rações em quantidades crescentes, nas fases inicial (11 a 21 dias de idade) e no ciclo completo (11 a 42 dias de idade) apresentam aumento no peso corporal e ganho de peso ($P < 0,05$).

Esse impacto positivo foi mais pronunciado em valores balanceados nas rações com SH sobre o peso corporal do frango de corte e menos observados na ração 8 (Figuras 12 e

13). Esta descoberta é semelhante à conclusão feita por PISTOVÁ et al. (2016) na qual relataram que frangos de corte alimentados com uma dieta contendo 1% de SH apresentou um peso corporal significativamente maior (P<0,05) em comparação a ração 1. Além disso, outros estudos relataram um aumento no peso corporal especialmente durante a última fase de criação das aves (KARAOGLU et al., 2004; OZTURK et al., 2012; SALAH et al., 2015).

De acordo com Arif et al., (2018), vários mecanismos de ação têm sido propostos para explicar os benefícios observados em frangos de corte suplementados com SH, incluindo a capacidade de criar camadas protetoras sobre a membrana mucosa epitelial do trato digestivo contra a penetração de substâncias tóxicas e outras substâncias contaminadas por bactérias, o que resulta em aumento do ganho de peso e peso final dos animais.

5.4 Taxa de mortalidade e viabilidade criatória

Os resultados do presente estudo revelam que a alimentação de frangos de corte com SH na dieta em quantidades crescentes, no ciclo completo (11 a 42 dias de idade), apresentam redução na taxa de mortalidade e melhora na viabilidade criatória, pois um número considerado de frangos de corte permaneceram vivos (P>0,05), quanto maior a quantidade adicionada de SH a ração, levou a um efeito ligeiramente mais eficiente nos parâmetros avaliados de taxa de mortalidade e viabilidade criatória (P>0,05) quando compara-se com a ração 1 e a ração 8 (Figuras 14 e 15).

A mortalidade geral foi maior (P<0,05) na ração 8, intermediária na ração 1 e menor nas rações 4, 5, 6 e 7. A viabilidade criatória é um fator influenciado pela mortalidade das aves, com isso, os grupos experimentais com maior mortalidade apresentaram menor viabilidade criatória. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Dominguez-Negrete et al. (2021); Lourdes et al. (2022) que apresentaram resultados de menor mortalidade e maior viabilidade criatória relatada em frangos de corte que receberam SH nas suas dietas.

A tendência de menor mortalidade em frangos de corte adicionados de SH provavelmente se deve a uma melhor resposta imune, que segundo ARIF et al. (2018) tem sido sugerido que a resposta imune melhorada em frangos de corte alimentados com dietas adicionadas de SH pode ser devido ao maior crescimento de órgãos imunes, como o timo, a bolsa de Fabricius, baço e o tecido linfoide.

Pesquisas adicionais de Edmonds et al. (2014) relataram que alimentar frangos de corte com SH em combinação com ácido butírico não só melhorou o crescimento e a eficiência alimentar, mas também reduziu a mortalidade, aumentando a viabilidade criatória, corroborando em partes com os resultados obtidos neste estudo.

5.5 Substâncias húmicas x melhorador de desempenho

Neste estudo, de maneira geral, a suplementação com SH nos parâmetros avaliados de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar, peso e tamanho do intestino delgado, peso médio das aves, taxa de mortalidade e viabilidade criatória de aves apresentaram melhores resultados ($P<0,05$) quando comparado as rações 1 e 8 (Anexo E), provavelmente pela alteração na morfologia intestinal também verificada no presente estudo. Esses achados sugerem que o SH extraído do vermicomposto obtido de cama aviária e adicionado à ração de frangos de corte pode melhorar a produtividade e a saúde, como foi observado também por Domínguez-Negrete et al. (2021) e Lourdes et al. (2022).

Segundo relato de Kamel et al. (2015), alguns estudos investigaram o efeito do uso de SH como melhorador de desempenho em aves e obtiveram resultados positivos, corroborando com o presente estudo, pois constatou que poderia aumentar a imunidade das aves e reduzir vários tipos de estresse, melhorando a digestibilidade ileal da energia e a retenção de nutrientes. Além disso, as SH podem atuar como um agente antibacteriano e reduzir o crescimento de fungos e, consequentemente, reduzir o nível de toxinas.

Os frangos de corte alimentados com dietas contendo quantidades variadas de SH, oriundos de vermicomposto de cama aviária, apresentaram ganho de peso e peso médio das aves com diferenças ($P<0,05$) e apresentaram valores de (5% e 3% respectivamente) maior em comparação com frangos de corte que consumiu a ração 1 e ração 8 na fase inicial (11 a 21 dias de idade), valores semelhantes aos encontrados nos trabalhos de Pistová et al. (2016).

As rações 1 e 8 na fase inicial (11 a 21 dias de idade), não apresentaram diferenças ($P>0,05$), porém apresentaram uma piora nas taxas de 6,6% na conversão alimentar e um aumento no consumo de ração de 3,0%, quando comparado ao grupo das SH, resultados semelhantes aos encontrados por (DOMÍNGUEZ-NEGRETE et al., 2021), evidenciando que as SH promoveram melhorias nos parâmetros zootécnicos avaliados.

5.6 Morfometria de intestino delgado (jejuno) de frangos de corte.

Os resultados referentes à análise morfométrica da altura da mucosa do jejuno (Figuras 16 e 17) apresentaram diferença (P>0,05) entre os tipos de rações avaliados. Nas fases crescimento (22 a 35 dias de vida) e final (36 a 42 dias de idade) observou-se nas variáveis estudadas, diferença (P>0,05), entre as rações, sendo os valores maiores nos grupos de animais que receberam SH em contraste aos grupos de ração 1 e 8.

A altura da mucosa do jejuno dependem do número de células que o compõem. Assim, quanto maior o número de células, maior a altura, e por consequência, maior a área de absorção de nutrientes sendo a maior parte dos nutrientes absorvidos no jejuno, (MACARI & MAIORKA, 2002). Os resultados encontrados no presente trabalho (Figuras 16 e 17) indicaram aumento da altura da mucosa no grupo tratado com SH nas fases crescimento (22 a 35 dias de vida) e final (36 a 42 dias de vida), quando comparado com os rações 1 e 8.

O aumento do número de células caliciformes nas vilosidades intestinais das aves pode ser um sinal de melhora na saúde intestinal, pois essas células são responsáveis pela produção de muco, o que ajuda a proteger a mucosa intestinal e a manter a integridade da microbiota intestinal, segundo relatos de Aristimunha et al. (2020).

A presença das SH na dieta dos frangos de corte modificou a morfometria intestinal, sendo a altura da mucosa da ração 5 superior em 30% em relação a ração 1 e 20% superior a ração 8 na fase crescimento (22 a 35 dias de idade). A ração 7 foi superior 24% em relação a ração 1 e 35% superior a ração 8 na fase final (36 a 42 dias de idade; Figura 17), estando de acordo com os resultados encontrados por Aristimunha et al. (2020).

Comprovando com o presente estudo, resultados encontrados por Saleh et al. (2019), confirmam que as alterações morfológicas intestinais intensificadas pela presença das SH podem ter o efeito de aumentar o tempo de retenção de alimentos para os processos de digestão e aumentar a permeabilidade da mucosa para uma assimilação eficiente de nutrientes. Na altura da mucosa do jejuno (Figura 16) foi observado, que a ração 5 foi superior em 30% em relação a ração 1 e 20% superior a ração 8 na fase crescimento (22 a 35 dias de idade) e a ração 7 foi superior em 20% em relação a ração 1 e 35% superior a ração 8 na fase final (36 a 42 dias de idade). Resultados semelhantes foram encontrados por Domínguez-Negrete et al. (2021), que observaram melhora nos índices zootécnicos dos frangos de corte suplementados com níveis crescentes de SH, apresentando redução no

consumo de ração, maior ganho de peso, melhora na conversão e eficiência alimentar, em diferentes períodos de produção.

6. CONCLUSÕES

As evidências experimentais obtidas nesse estudo permitiram aceitar as hipóteses delimitadas na tentativa de responder a problemática desse trabalho, no qual se buscou verificar se as diversas quantidades de SH podem influenciar positivamente os índices zootécnicos e morfométrico dos frangos de corte.

As SH podem ser utilizadas como aditivo alimentar na dieta para frangos de corte, principalmente na fase inicial (11-21 dias de idade).

Como melhorador de desempenho para frangos de corte, as SH demonstraram bons resultados e podem ser utilizadas como um substituto adequado aos antimicrobianos.

REFERÊNCIAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Mercados – Aves**. Disponível em: <https:// abpa-br.org/mercados/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

ABU-HAFSA, S.H., HASSAN, A.A., SABEK, A. ELGHANDOUR, M.M.M.Y., BARBOSA-PLIEGO, A., ALGAISI, O., SALEM, A.Z.M. Extracted and characterized humic substances as feedsupplement in rabbit feeding effects on performance, blood metabolites and caecal fermentation activity. **Waste and Biomass Valorization**, 12: 5471-5479, 2021, https://doi.org/10.1007/s12649-021-01392-3

AGROBRASIL, **Valorização dos Agronegócios.** 2010. Disponível em: <http://www.agrobrasil.agr.br/home/busca.asp>. Acesso em: 19 de jul. 2022.

AKAICHI, A., JEBALI, A., BENLARBI, M., MAHJOUB, T., KABOUDI, K., CHAOUACHA-CHEKIR, R.B., HAOUAS, Z., BOUDHRIOUA, N. Effects of humic acid and organic acids supplements on performance, meat quality, leukocyte count, and histopathological changes in spleen and liver of broiler chickens. **Research in Veterinary Science**, 150: 179-188. 2022, https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.07.001

ALQHTANI, A.H., QAID, M.M., Al-GARADI, M.A., Al-ABDULLATIF, A.A., ALHARTHI, A.S., Al-MUFARREJ, S.I. Efficacy of *Rumex nervosus* leaves or *Cinnamomum verum* bark as natural growth promoters on the growth performance, immune responsiveness, and serum biochemical profileof broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, 21(1): 792-801. 2022, https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2065941

ARAÚJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L.; LIMA, M.R.; LIMA, C.B. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasílica**, v.1, n.3, p.69-77, 2007.

ARAÚJO, K. V.; PITTARELLO, M.; CARLETTI, P.; CAMPOS, A. R. M.; DOBBSS, L. B. Structural characterization and bioactivity of humic and fulvic acids extracted from preserved and degraded Brazilian cerrado biomes soils. **Eurasian Soil Science**, v. 54, p. 516-525, 2021.

ARIF, M., REHMAN, A., El-HACK, M.E.A., SAEED, M., KHAN, F., AKHTAR, M., SWELUM, A.A., SAADELDIN, I.M., ALOWAIMER, A.N. Growth, carcass traits, cecal microbial counts, and blood chemistry of meat-type quail fed diets supplemented with humic acid and black cumin seeds. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,** 31(12): 1930-1938, 2018, https://doi.org/10.5713/ajas.18.0148

ARIF M, ALAGAWANY M, ABD El-HACK ME, SAEED M, ARAIN MA, ELNESR SS. Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review. **Iran J Vet Res.** 2019 Summer;20(3):167-172. PMID: 31656520; PMCID: PMC6811714.

ARIF, MUHAMMAD & REHMAN, ABDUR & SAEED. (2016). Impacts of dietary humic acid supplementation on growth performance, some blood metabolites and carcass traits of broiler chicks. **The Indian journal of animal sciences**. 86. 1073-1078.

AVCI, M., DENEK, N., KAPLAN, O.: Effects of humic acid at different levels on growth performance, carcass yields and some biochemical parameters of quails. **J Anim Vet. Adv**. 6: 1-4, 2007.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. Fracionamento quantitativo de substâncias húmicas: um procedimento simplificado e de baixo custo. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 14p.(Embrapa Solos – Comunicado Técnico, 16), 2003, http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/337076

BEZUGLOVA, O., KLIMENKO, A., Application of humic substances in the agricultural industry. **Agronomy**. 12(3):584, 2022. https://doi.org/10.3390/agronomy12030584

BIGGS, P. & PARSONS, C.M. The effects of whole grains on nutrient digestibilities, growth performance, and cecal short-chain fatty acid concentrations in young chicks fed ground corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, 88(9): 1893-1905, 2009, https://doi.org/10.3382/ps.2008-00437

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa** Nº 1, de 13 de janeiro de 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n1-de-13/01/2020-239402385>. Acesso em: 19 jul.de 2022.

BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen-total. In: PAGE, A.L. (Ed.) **Methods of soil analysis**, Madison: ASA, pt.2, p.595-624, 1982.

CANELLAS, L. P.; DOBBSS, L. B.; OLIVEIRA, A. L.; CHAGAS, J. G.; AGUIAR, N. O.; RUMJANEK, V. M.; NOVOTNY, E. H.; OLIVARES, F. L.; OLIVARES, F. L.; SPACCINI, R.; PICCOLO, A. Chemical properties of humic matter as related to induction of plant lateral roots. **European Journal of Soil Science,** v. 63, p. 315-324, 2012.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. **Chemical and Biological Technologies in Agricultur**e, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2014

CANELLAS, L. P.; SPACCINI, R.; PICCOLO, A.; DOBBSS, L. B.; FAÇANHA, A. L.; DE ARAÚJO SANTOS, G.; OLIVARES, F. L.; FAÇANHA, A. R. Relationships between chemical characteristics and root growth promotion of humic acids isolated from Brazilian oxisols. **Soil Science**, v.174, n.11, p.611-620, 2009.

CHEN, X., JIN, J., HOU, F., SONG, B., LI, Z., ZHAO, Y. Effects of black soldier fly larvae oilon growth performance, immunity and antioxidant capacity, and intestinal function and microbiota of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, 31(4): 100292, 2022, https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100292

DISETLHE, A.R.P., MARUME, U., MLAMBO, V. Humic acid and enzymes inclusion in canola-based diets generate different responses in growth performance, protein utilization dynamics, and hemato-biochemical parameters in broiler chickens. **Poultry Science**, 97(8): 2745-2753, 2018, https://doi.org/10.3382/ps/pey047

DOBBSS, L.B., CANELLAS, L.P., OLIVEIRA, F.L., AGUIAR, N.O., PERES, L.E.P., AZEVEDO, M. Bioactivity of Chemically Transformed Humic Matter from Vermicompost on Plant Root Growth. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 58, 6, 3681–3688, 2010, https://doi.org/10.1021/jf904385c

DOMÍNGUEZ-NEGRETE, A., GÓMEZ-ROSALES, S., ANGELES, M.L., LÓPEZ-HERNÁNDEZ, L.H., REIS SOUZA, T,C., LATORRE-CÁRDENAS, J.D., TÉLLEZ-ISAIAS, G. Addition of different levels of humic substances extracted from worm compost in broiler feeds. **Animals**, 11(11): 3199, 2021, https://doi.org/10.3390/ani11113199

DOMÍNGUEZ-NEGRETE, A.; GÓMEZ-ROSALES, S.; ANGELES, ML; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, LH; REIS-DE SOUZA, TC; LÓPEZ-GARCÍA, Y.; ZAVALA-FRANCO, A.; TÉLLEZ-ISAIAS, G. Effect of Addition of Humic Substances as Growth Promoters in Broilers Under Two Diets. **Animals**, *9*, 1101, 2019. https://doi.org/10.3390/ani9121101

DIBNER, J. J. and RICHARDS, J. D. 2005. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. **Poult. Sci**. 84:634-643.

DYCE K. M. Tratado de Anatomia Veterinária. 4 ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan S. A**., 650p., 2010.

EDMONDS, M. S.; S JOHAL, and S. MORELAND. 2014. Effect of supplemental humic and butyric acid on performance and mortality in broilers raised under various environmental conditions. **Appl. Poult. Res.** 23:260-267. http://dx.doi.org/ 10.3382/japr.2013-00901.

El-RATEL, I.T., El BASUINI, M.F.M., KHATTAB, A.A.A., MEKAWY, A.I., FOUDA, S.F. Ameliorative impacts of sodium humate on heat-stressed laying Japanese quail (*Coturnix coturnix* Japonica). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 1–11, 2022, https://doi.org/10.1111/jpn.13751

El-ZAIAT, H.M., MORSY, A.S., El-WAKEEL, E.A., ANWER, M.M., SALLAM, S.M. Impact of humic acid as an organic additive on ruminal fermentation constituents, blood parameters and milk production in goats and their kid's growth rate. **Journal of Animal and Feed Sciences**, 27(2): 105-113, 2018, https://doi.org/10.22358/jafs/92074/2018

EMBRAPA SUÍNOS E AVES: **Estatística.** Concordia, 2023. Disponível em: <wwww.embrapa.br/embrapa suínos e aves>. Acesso em: 20 mai.2023.

ERINLE, T.J., MACLSAAC, J., YANG,C., ADEWOLE, D.I. Effect of red osier dogwood extract ongrowth performance, blood biochemical parameters, and gut functionality of broiler chickens challenged or unchallenged intraperitoneally with Salmonella Enteritidis lipopolysaccharide. **Poultry Science**, 101(7): 101861, 2022, https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101861

FERREIRA, J.C.; PENHA FILHO, R.A.C.; ANDRADE, L.N.; BERCHIERI JÚNIOR, A.; DARINI, A.L.C. Evaluation and characterization of plasmids carrying CTX-M genes in a non-clonal population of multidrug-resistant Enterobacteriaceae isolated from poultry in Brazil. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v.85 p.444-448, 2016.FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOMEZ-ROSALEZ, S. & ANGELES, M.L. Addition of a worm leachate as source of humic substances in the drinking water of broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 28(2): 215-222, 2015, https://doi.org/10.5713/ajas.14.0321

GOMEZ-ROSALEZ, S., ANGELES, M.L., LOPEZ-HERNÁNDEZ, L.H., LÓPEZ-GARCIA, Y.R., DOMINGUEZ-NEGRETE, A. Responses of broiler chickens fed low or high non-starch polysaccharide diets and the addition of humic substances from a worm compost. **Brazilian Journal of PoultryScience**, 24 (4): 2022, 2022, https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1510

HESAMI, Y., ESMAIELZADEH, L., KARIMI-TORSHIZI, M.A., SEIDAVI, A., VLCKOVÁ, R. Effect ofdiets containing earthworm powder and vermihumus on egg production, hatchability, blood parameters and immunity of Japanese breeder quails. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 105: 316–325, 2021, https://doi.org/10.1111/jpn.13453

HUMAM, A.M., LOH, T.C., FOO, H.L., IZUDDIN, W.I., AWAD, E.A., IDRUS, Z., SAMSUDIN, A.A., MUSTAPHA, N.M. Dietary supplementation of postbiotics mitigates adverse impacts of heatstress on antioxidant enzyme activity, total antioxidant, lipid peroxidation, physiological stressindicators, lipid profile and meat quality in broilers. **Animals,** 10(6): 982, 2020, https://doi.org/10.3390/ani10060982

INTERNATIONAL HUMIC SUBSTANCES SOCIETY - **IHSS**, http/www.ihss.humic-substances.org. Acessado em 05 de junho de 2023.

JECKEL NETO, E. A. Técnicas de rotina em histologia. In: CARLI, A.A. **Parasitologia clínica: seleção de métodos e técnicas de laboratório para o diagnóstico das parasitoses humanas.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2007. p. 591 – 608.

JUSADI, D., APRILIA, T., SETIAWATI, M., SUPRAYUDI, M.A., EKASARI, J. Dietary supplementation of fulvic acid for growth improvement and prevention of heavy metal accumulation in Nile tilapia fed with green mussel. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, 46(3): 295-301, 2020, https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.04.002

KAMEL, MM., ELHADY, M., El IRAQI, KG., WAHBA, F. Effects of biological immune stimulants on theimmune response, behavioral and productive performance of broilers. **Egypt. Peru. Sci. J**. 35:691-702, 2015, https://doi.org/20.153/epsj331910

KAYA CA, TUNCER SD. The effects of humates on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broiler chickens. **J. Anim. Veterinario. Adv.** 8 :281–284, 2009.

KOGUT, M. H. The effect of Microbiome modulation on bird gut health. **Animal feed science and technology.** Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.008> acesso em 05 jun. 2023.

LEITE, J.L.B., RODRIGUES, P.B., FIALHO, E.T., FREITAS, R.T.F. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1292-1298, 2008.

LIAO, S.F. & NYACHOTI, M. Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. **Animal Nutrition**, 3(4): 331-343, 2017, https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.06.007

LIEKE, T., STEINBERG, C.E.W., BITTMANN, S., BEHRENS, S., HOSEINIFAR, S.H., MEINELT, T., KNOPF, K., KLOAS, W. Fulvic acid accelerates hatching and stimulates antioxidative protection and the innate immune response in zebrafish larvae. **Science of The Total Environment**, 796: 148780, 2021, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148780

LOURDES ANGELES, MARIA DE, SERGIO GÓMEZ-ROSALES, GUILLERMO TÉLLEZ-ISAIAS. 2022. "Mechanisms of action of humic substances as growth promoters in animals." Humus and Humic Substances - **Recent Advances**, Intech Open. https:// doi:10.5772/intechopen.105956.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: **FUNEP-UNESP**, 2002, 375p.

MAGUEY-GONZÁLEZ J, GÓMEZ-ROSALES S, LOURDES ÁNGELES M, TÉLLEZ-ISAÍAS G. Use of Humic Vermicompost Substances in Birds. **The Global Epidemic of Antimicrobial Resistance - Innovative Approaches and Cutting-edge Solutions** [Internet]. September 14, 2022; Available at: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.102939A.

MANYI-LOH C, MAMPHWELI S, MEYER E, OKOH A. Antibiotic Use in Agriculture and Its Consequential Resistance in Environmental Sources: Potential Public Health Implications. **Molecules.** 2018 Mar 30;23(4):795. doi: 10.3390/molecules23040795. PMID: 29601469; PMCID: PMC6017557.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – **MAPA**. Brasil Projeções do Agronegócio 2011/12 a 2021/22. Brasília, 2012, 50 p. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 18 jul. 2022.

MOHMED, S.A.R.M., ELSEBAI, A., ELGHALID, O.A., ABD El-HADY, A.M. Productive performance, lipid profile and caecum microbial counts of growing rabbits treated with humic acid. **Journal of Animal physiology and Animal Nutrition**, 104(5): 1233-1241, 2020, https://doi- org.ez359.periodicos.capes.gov.br/10.1111/jpn.13352

MUDRONOVÁ, D., KARAFFOVÁ, V., SEMJON, B., NAD, KOSCOVÁ, J. Effects of dietary supplementation of humic substances on production parameters, immune status and gut microbiota of laying hens**.Agriculture**, 11(8):744, 2021, https://doi.org/10.3390/agriculture11080744

OZTURK, E., OCAK, N., COSKUN, I., TURHAN, S., ERENER, G. Effects of humic substances supplementation provided through drinking water on performance, carcass traits and meat quality of broilers. **Animal Physiology and Animal Nutrition**, 94(1): 78-85, 2012, https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00886.x

OZTURK, E., OCAK, N., TURAN, A., ERENER, T., ALTOP, A., CANKAYA, S. Performance, carcass,gastrointestinal tract and meat quality traits, and selected blood parameters of broilers fed dietssupplemented with humic substances. **Science of Food and Agriculture**, 92(1): 59-65, 2021, https://doi.org/10.1093/ps/81.2.227

PAUL, S.S., RAO, S.V.R., HEGDE,N., WILLIAMS, N.J.M., CHATTERJEE, R.N., RAJU, M.V.L.N., REDDY,G.N., KUMAR, V., PHANI KUMAR, P.S., MALLICK,S., GARGI, M. Effects of dietary antimicrobial growth promoters on performance parameters and abundance and diversity of broiler chicken gut microbiome and selection of antibiotic resistance genes. **Frontiers in Microbiology,** 13: 905050, 2022, https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.905050

PENA-MÉNDEZ, EM., HAVEL, J., PATOCKA, J. Humic substances-compounds of unknown structure: applications in agriculture, industry, environment and biomedicine. **Journal Applied**

Biomedicine. 3:13-24, 2005, https://doi.org/10.32725/jab.2005.002

PENG, W., TALPUR, M.Z., ZENG, Y., XIE, P., Li, J., WANG, S., WANG, L., ZHU, X., GAO, P., JIANG, Q., SHU, G., ZHANG, H. Influence of fermented feed additive on gut morphology, immunestatus, and microbiota in broilers. **BMC Veterinary Research**, 18: 218, 2022, https://doi.org/10.1186/s12917-022-03322-4

PISTOVÁ V, ARPÁŠOVÁ H, HRNČÁR C. Effect of humic acid and garlic (Allium sativum L) on performance parameters and carcass traits of broilers. **J.Cent. EUR. Agrícola**; 17 :1168–1178, 2016.

PUVACA, N., TUFARELLI, V., GIANNENAS, I. Essential oils in broiler chicken production, immunity and meat quality: Review of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, and *Rosmarinus officinalis*. **Agriculture**, 12(6): 874, 2022, https://doi.org/10.3390/agriculture12060874

QIU, T., HUO, L., GUO, Y., GAO, M., WANG, G., HU, D., LI, C., WANG, Z., LIU, G., WANG, X. Metagenomic assembly reveals hosts and mobility of common antibiotic resistome in animal manureand commercial compost. **Environmental Microbiome**, 17:42, 2022, https://doi.org//10.1186/s40793-022-00437-x

RIBEIRO, E. F. et al. Efeito de Atividades Antrópicas Sobre a Mata do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Minas Gerais – campus São João Evangelista (IFMG-SJE). **Revista Agroambiental.** Agosto, 2011. https://doi.org/10.18406/2316-1817v3n22011335

RODRÍGUEZ TM, VENEGAS J, ANGOA M, MONTAÑEZ J. Sequential extraction and physicochemical characterization of humic acids in different compounds and the effect on wheat. **Mexican Journal of Agricultural Sciences**. 1(2):132-146, 2010

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4.ed. **Viçosa: UFV**, 2017. 488p. ISBN: 9788581791203

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 3. Ed. Belo Horizonte: **FEP-MVZ**, 2010

SELALEDI, L.A., HASSAN, Z.M., MANYELO, T.G., MABELEBELE, M. The current status of the alternative use to antibiotics in poultry production: An african perspective. **Antibiotics,** 9(9): 594, 2020, https://doi.org/10.3390/antibiotics9090594

SEMJON, B., MARCINCÁKOVÁ, D., KORÉNEKOVÁ, B., BARTKOVSKÝ, M., NAGY, J., TUREK, P., MARCINCÁK, S. Multiple factorial analysis of physicochemical and organoleptic propertiesof breast and thigh meat of broilers fed a diet supplemented with humic substances. **Poultry Science**, 99(3): 1750-1760, 2020, https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.012

SHAO, Y., WANG, Y., YUAN, Y., Xie, Y. A systematic review on antibiotics misuse in livestock and aquaculture and regulation implications in China. **Science of The Total Environment**, 798: 149205, 2021, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149205

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos. 3 ed. São Paulo: **Varela**, 624 p. 2007.

SWAGGERTY, C.L., BORTOLUZZI, C., LEE, A., EYNG, C., PONT, G.D., KOGUT, M.H. Potential replacements for antibiotic growth promoters in poultry: Interactions at the gut level and their impact on host immunity. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, 1354: 145-159, 2022, https://doi.org/10.1007/978-3-030-85686-1-8

TAKLIMI, S.M.S.M., GHAHRI, H., ISAKAN, M.A. Influence of different levels of humic acid and esterified glucomannan on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. **Agricultural Sciences**, 3(5): 663-668, 2012, https://doi.org/10.4236/as.2012.35080

TETER, A., MATYSEK, M.K., BARLOWSKA, J., KROL, J., BRODZIAK, A., FLOREK. The Effect of humic mineral substances from oxyhumolite on the coagulation properties and mineral contentof the milk of holstein-friesian cows. **Animals**, 11(7): 1970, 2021, https://doi.org/10.3390/ani11071970

TEYMOURI, P., KHORSHIDI, K.J., REZAEIPOUR, V., SOUMEH, E.A. Efficacy of natural alternatives to antibiotic on the growth performance, gut microbial population, intestinal morphology, and serum biochemical metabolites of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, 20(1): 1801-1809, 2021, https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1954558

TRCKOVA, M., LORENCOVA, A., BABAK, V., NECA, J., CIGANEK, M. The effect of leonardite and lignite on the health of weaned piglets. **Research in Veterinary Science**, 119: 134-142, 2018, https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.06.004

VIEIRA, B.S.; FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A.A.; CAMPOS, D.M.B.; ROSA, P.S.; FURLAN, R.L. Administração in ovo de glutamina e de lisina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos na primeira semana pós-eclosão. **ARS Veterinária**, v. 22, p. 170-175, 2006.

WANG, Q., YING, J., ZOU, P., ZHOU, Y., WANG, B., Yu, D., Li, W. Effects of dietary supplementation of humic acid sodium and zinc oxide on growth performance, immunestatus and antioxidant capacity of weaned piglets. **Animals**, 10(11):2104, 2020, https://doi.org/10.3390/ani10112104

WU, W., ZUANG, C.H., TANG, Z.R., XIA, X.Q., LI, W., LI, Y.H. Response of electrontransfer capacity of humic substances to soil microenvironment. **Environmental Research**,213: 113504, 2022, https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113504

YAQOOB, M.U., WANG, G., WANG, M. An updated review on probiotics as an alternative of antibiotics in poultry — **A review. Animal Bioscience**, 35(8): 1109-1120. 2022, https://doi.org/10.5713/ab.21.0485

YEOMANS, J, C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Commun. Soil Sci. Plant. Anal.,** 19:1467-1476, 1988.

ZOLGHADR, L., BEHBEHANI, G.R., PAKBIN, B., HOSSEINI, S.A., GHEIBI, N. A new insight intothe anti-proliferative and apoptotic effects of fulvic and humic acids as bio product of humus on breast cancer cells, optimized by response surface methodology. **Waste Biomass Valr**, 08, 2022, https://doi.org/10.1007/s12649-022-01863-1

APÊNDICES

A - Propriedades do vermicomposto oriundo de cama de aviário. Valores representam as médias e desvio padrão.

Vermicomposto	pH H_2O	C	N	C/N
		g kg^{-1}		
	6,3±0,48	137±4,12	14,1±2,97	9,7±1,85

Valores representam as médias (quatro repetições para cada análise) mais ou menos os seus desvios padrões.

B - Composição elementar e razão atómicas das substâncias húmicas, isoladas de vermicomposto de cama de aviário.

	C	H	N	O	C/N	H/C	O/C
SH	g kg^{-1}				Razão atômica		
	270,07±22,39	25,47±3,67	29,32±2,35	675,14±8,92	10,75±2,46	1,13±0,27	1,87±0,53

Valores representam as médias (quatro repetições para cada análise) mais ou menos os seus desvios padrões.

C - Composição percentual das dietas experimentais:

C-1. Composição das rações basais controle utilizadas nos períodos de 11 a 21, de 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade.

Ingrediente	11 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 42 dias
Milho	53,29	58,25	65,18
Farelo de soja	38,25	32,97	28,44
Fosfato Bicálcico	1,69	1,26	1,45
Óleo de Soja	3,25	4,40	2,32
Núcleo[1]	3,50	3,00	2,50
Sal comum	0,0	0,0	0,08
Substâncias húmicas	0,0	0,0	0,0
Bacitracina de zinco	0,0	0,0	0,0
Total em kg	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00	3100,00	3050,0
Proteína Bruta (%)	21,50	19,50	18,00
Cálcio (%)	1,3635	1,1272	1,04
P disponível (%)	0,43	0,3420	0,37
Sódio (%)	0,1828	0,20	0,17

[1] Núcleo (Níveis de garantia por kg do produto): Ác. Fólico, 23,33 mg; ác. pantotênico, 333,33 mg; B.H.T, 500 mg; biotina, 0,5 mg; cálcio, 240g; cobre, 333 mg; colina, 5.000mg; ferro, 1667mg; flúor, 497,8 mg; fósforo, 51g; iodo, 28,33mg; lisina, 10g; manganês, 2.333mg; metionina, 40g; selênio, 10mg; sódio, 47,8g; niacina, 1000mg; vitamina A, 159.000 UI; vitamina B1, 33,33 mg; vitamina B12, 333,33 mcg; vitamina B2, 133,33 mg; vitamina B6, 66,67 mg; vitamina D3, 50.000 UI; vitamina E, 266.667 UI; vitamina K3, 53,33 mg; zinco, 2.000 mg.

C-2. Composição das rações com melhorador de desempenho utilizadas nos períodos de 11 a 21, de 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade.

Ingrediente	11 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 42 dias
Milho	53,21	54,19	55,10
Farelo de soja	38,27	38,10	37,94
Fosfato Bicálcico	1,69	1,69	1,69
Óleo de Soja	3,27	2,94	2,63
Núcleo[1]	3,50	3,00	2,50
Sal comum	0,00	0,02	0,08
Substâncias húmicas	0,00	0,00	0,00
Bacitracina de zinco [2]	0,0366	0,0366	0,0366
Total em kg	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00	3100,00	3050,0
Proteína Bruta (%)	21,50	19,50	18,00
Cálcio (%)	1,3635	1,1272	1,04
P disponível (%)	0,43	0,3420	0,37
Sódio (%)	0,1828	0,20	0,17

[1] Núcleo (Níveis de garantia por kg do produto): Ác. Fólico, 23,33 mg; ác. pantotênico, 333,33 mg; B.H.T, 500 mg; biotina, 0,5 mg; cálcio, 240g; cobre, 333 mg; colina, 5.000mg; ferro, 1667mg; flúor, 497,8 mg; fósforo, 51g; iodo, 28,33mg; lisina, 10g; manganês, 2.333mg; metionina, 40g; selênio, 10mg; sódio, 47,8g; niacina, 1000mg; vitamina A, 159.000 UI; vitamina B1, 33,33 mg; vitamina B12, 333,33 mcg; vitamina B2, 133,33 mg; vitamina B6, 66,67 mg; vitamina D3, 50.000 UI; vitamina E, 266.667 UI; vitamina K3, 53,33 mg; zinco, 2.000 mg.[2] bacitracina de zinco a 15%.

C-3. Composição das rações basais controle + 40 mg de SH utilizadas nos períodos de 11 a 21, de 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade.

Ingrediente	11 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 42 dias
Milho	53,28	58,24	55,17
Farelo de soja	38,25	32,97	37,93
Fosfato Bicálcico	1,69	1,26	1,69
Óleo de Soja	3,25	4,40	2,61
Núcleo[1]	3,50	3,00	2,50
Sal comum	0,00	0,10	0,08
Substâncias húmicas	0,004	0,004	0,004
Bacitracina de zinco	0,0	0,0	0,0
Total em kg	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00	3100,00	3050,0
Proteína Bruta (%)	21,50	19,50	18,00
Cálcio (%)	1,3635	1,1272	1,04
P disponível (%)	0,43	0,3420	0,37
Sódio (%)	0,1828	0,20	0,17

[1] Núcleo (Níveis de garantia por kg do produto): Ác. Fólico, 23,33 mg; ác. pantotênico, 333,33 mg; B.H.T, 500 mg; biotina, 0,5 mg; cálcio, 240g; cobre, 333 mg; colina, 5.000mg; ferro, 1667mg; flúor, 497,8 mg; fósforo, 51g; iodo, 28,33mg; lisina, 10g; manganês, 2.333mg; metionina, 40g; selênio, 10mg; sódio, 47,8g; niacina, 1000mg; vitamina A, 159.000 UI; vitamina B1, 33,33 mg; vitamina B12, 333,33 mcg; vitamina B2, 133,33 mg; vitamina B6, 66,67 mg; vitamina D3, 50.000 UI; vitamina E, 266.667 UI; vitamina K3, 53,33 mg; zinco, 2.000 mg.

C-4. Composição das rações basais controle + 80 mg de SH utilizadas nos períodos de 11 a 21, de 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade.

Ingrediente	11 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 42 dias
Milho	53,27	54,25	55,16
Farelo de soja	38,26	38,09	37,93
Fosfato Bicálcico	1,69	1,69	1,69
Óleo de Soja	3,25	2,92	2,61
Núcleo[1]	3,50	3,00	2,50
Sal comum	0,00	0,02	0,08
Substâncias húmicas	0,008	0,008	0,008
Bacitracina de zinco	0,0	0,0	0,0
Total em kg	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00	3100,00	3050,0
Proteína Bruta (%)	21,50	19,50	18,00
Cálcio (%)	1,3635	1,1272	1,04
P disponível (%)	0,43	0,3420	0,37
Sódio (%)	0,1828	0,20	0,17

[1] Núcleo (Níveis de garantia por kg do produto): Ác. Fólico, 23,33 mg; ác. pantotênico, 333,33 mg; B.H.T, 500 mg; biotina, 0,5 mg; cálcio, 240g; cobre, 333 mg; colina, 5.000mg; ferro, 1667mg; flúor, 497,8 mg; fósforo, 51g; iodo, 28,33mg; lisina, 10g; manganês, 2.333mg; metionina, 40g; selênio, 10mg; sódio, 47,8g; niacina, 1000mg; vitamina A, 159.000 UI; vitamina B1, 33,33 mg; vitamina B12, 333,33 mcg; vitamina B2, 133,33 mg; vitamina B6, 66,67 mg; vitamina D3, 50.000 UI; vitamina E, 266.667 UI; vitamina K3, 53,33 mg; zinco, 2.000 mg.

C-5. Composição das rações basais controle + 160 mg de SH utilizadas nos períodos de 11 a 21, de 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade.

Ingrediente	11 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 42 dias
Milho	53,26	54,23	55,14
Farelo de soja	38,26	38,09	37,93
Fosfato Bicálcico	1,69	1,69	1,69
Óleo de Soja	3,26	2,93	2,62
Núcleo[1]	3,50	3,00	2,50
Sal comum	0,00	0,02	0,08
Substâncias húmicas	0,016	0,016	0,016
Bacitracina de zinco	0,0	0,0	0,0
Total em kg	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00	3100,00	3050,0
Proteína Bruta (%)	21,50	19,50	18,00
Cálcio (%)	1,3635	1,1272	1,04
P disponível (%)	0,43	0,3420	0,37
Sódio (%)	0,1828	0,20	0,17

[1] Núcleo (Níveis de garantia por kg do produto): Ác. Fólico, 23,33 mg; ác. pantotênico, 333,33 mg; B.H.T, 500 mg; biotina, 0,5 mg; cálcio, 240g; cobre, 333 mg; colina, 5.000mg; ferro, 1667mg; flúor, 497,8 mg; fósforo, 51g; iodo, 28,33mg; lisina, 10g; manganês, 2.333mg; metionina, 40g; selênio, 10mg; sódio, 47,8g; niacina, 1000mg; vitamina A, 159.000 UI; vitamina B1, 33,33 mg; vitamina B12, 333,33 mcg; vitamina B2, 133,33 mg; vitamina B6, 66,67 mg; vitamina D3, 50.000 UI; vitamina E, 266.667 UI; vitamina K3, 53,33 mg; zinco, 2.000 mg.

C-6. Composição das rações basais controle + 320 mg de SH utilizadas nos períodos de 11 a 21, de 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade.

Ingrediente	11 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 42 dias
Milho	53,22	54,20	55,11
Farelo de soja	38,26	38,09	37,94
Fosfato Bicálcico	1,69	1,69	1,69
Óleo de Soja	3,27	2,94	2,63
Núcleo[1]	3,50	3,00	2,50
Sal comum	0,00	0,02	0,08
Substâncias húmicas	0,032	0,032	0,032
Bacitracina de zinco	0,0	0,0	0,0
Total em kg	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00	3100,00	3050,0
Proteína Bruta (%)	21,50	19,50	18,00
Cálcio (%)	1,3635	1,1272	1,04
P disponível (%)	0,43	0,3420	0,37
Sódio (%)	0,1828	0,20	0,17

[1] Núcleo (Níveis de garantia por kg do produto): Ác. Fólico, 23,33 mg; ác. pantotênico, 333,33 mg; B.H.T, 500 mg; biotina, 0,5 mg; cálcio, 240g; cobre, 333 mg; colina, 5.000mg; ferro, 1667mg; flúor, 497,8 mg; fósforo, 51g; iodo, 28,33mg; lisina, 10g; manganês, 2.333mg; metionina, 40g; selênio, 10mg; sódio, 47,8g; niacina, 1000mg; vitamina A, 159.000 UI; vitamina B1, 33,33 mg; vitamina B12, 333,33 mcg; vitamina B2, 133,33 mg; vitamina B6, 66,67 mg; vitamina D3, 50.000 UI; vitamina E, 266.667 UI; vitamina K3, 53,33 mg; zinco, 2.000 mg.

C-7. Composição das rações basais controle + 640 mg de SH utilizadas nos períodos de 11 a 21, de 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade.

Ingrediente	11 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 42 dias
Milho	53,16	54,14	55,05
Farelo de soja	38,28	38,11	37,95
Fosfato Bicálcico	1,69	1,69	1,69
Óleo de Soja	3,29	2,96	2,65
Núcleo[1]	3,50	3,00	2,50
Sal comum	0,00	0,02	0,08
Substâncias húmicas	0,064	0,064	0,064
Bacitracina de zinco	0,0	0,0	0,0
Total em kg	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00	3100,00	3050,0
Proteína Bruta (%)	21,50	19,50	18,00
Cálcio (%)	1,3635	1,1272	1,04
P disponível (%)	0,43	0,3420	0,37
Sódio (%)	0,1828	0,20	0,17

[1] Núcleo (Níveis de garantia por kg do produto): Ác. Fólico, 23,33 mg; ác. pantotênico, 333,33 mg; B.H.T, 500 mg; biotina, 0,5 mg; cálcio, 240g; cobre, 333 mg; colina, 5.000mg; ferro, 1667mg; flúor, 497,8 mg; fósforo, 51g; iodo, 28,33mg; lisina, 10g; manganês, 2.333mg; metionina, 40g; selênio, 10mg; sódio, 47,8g; niacina, 1000mg; vitamina A, 159.000 UI; vitamina B1, 33,33 mg; vitamina B12, 333,33 mcg; vitamina B2, 133,33 mg; vitamina B6, 66,67 mg; vitamina D3, 50.000 UI; vitamina E, 266.667 UI; vitamina K3, 53,33 mg; zinco, 2.000 mg.

C-8. Composição das rações basais controle + 1280 mg de SH utilizadas nos períodos de 11 a 21, de 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade.

Ingrediente	11 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 42 dias
Milho	53,03	54,01	54,92
Farelo de soja	38,30	38,13	37,97
Fosfato Bicálcico	1,69	1,69	1,69
Óleo de Soja	3,33	3,00	2,69
Núcleo[1]	3,50	3,00	2,50
Sal comum	0,00	0,02	0,08
Substâncias húmicas	0,1280	0,1280	0,1280
Bacitracina de zinco	0,0	0,0	0,0
Total em kg	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00	3100,00	3050,0
Proteína Bruta (%)	21,50	19,50	18,00
Cálcio (%)	1,3635	1,1272	1,04
P disponível (%)	0,43	0,3420	0,37
Sódio (%)	0,1828	0,20	0,17

[1] Núcleo (Níveis de garantia por kg do produto): Ác. Fólico, 23,33 mg; ác. pantotênico, 333,33 mg; B.H.T, 500 mg; biotina, 0,5 mg; cálcio, 240g; cobre, 333 mg; colina, 5.000mg; ferro, 1667mg; flúor, 497,8 mg; fósforo, 51g; iodo, 28,33mg; lisina, 10g; manganês, 2.333mg; metionina, 40g; selênio, 10mg; sódio, 47,8g; niacina, 1000mg; vitamina A, 159.000 UI; vitamina B1, 33,33 mg; vitamina B12, 333,33 mcg; vitamina B2, 133,33 mg; vitamina B6, 66,67 mg; vitamina D3, 50.000 UI; vitamina E, 266.667 UI; vitamina K3, 53,33 mg; zinco, 2.000 mg.

D - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Valores representam a média mais ou menos os desvios padrões. * = diferença significativa onde os resultados foram apresentados em Figuras.

RAÇÕES	CR: consumo de ração				GP: ganho de peso				CA: conversão alimentar			
	Kg				Kg				kg/kg			
	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS
Ração 01	*	*	*	*	*	1,81	0,96	1,30	2,26	1,63	1,64	*
Ração 02	*	*	*	*	*	1,66	1,07	1,32	1,81	1,71	1,35	*
Ração 03	*	*	*	*	*	1,87	0,93	1,31	2,18	1,64	2,00	*
Ração 04	*	*	*	*	*	1,66	1,04	1,30	2,08	1,67	1,44	*
Ração 05	*	*	*	*	*	1,84	0,95	1,33	2,06	1,64	1,72	*
Ração 06	*	*	*	*	*	1,61	1,14	1,29	2,18	1,95	1,37	*
Ração 07	*	*	*	*	*	1,90	1,08	1,36	2,37	1,79	1,67	*
Ração 08	*	*	*	*	*	1,68	1,02	1,27	2,36	1,77	1,55	*

E - Índice de eficiência produtiva (IEP), peso do intestino delgado (P.Int.), tamanho do intestino delgado (T.Int.), de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Valores representam a média mais ou menos os desvios padrões. * = diferença significativa onde os resultados foram apresentados em Figuras.

RAÇÕES	IEP: índice de eficiência produtiva				P. int: peso do intestino delgado				T. int: tamanho do intestino delgado			
	Pontos				gramas				cm			
	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS
Ração 01	209,09	536,83	572,09	327,35	0,03	0,05	*	0,05	*	110,00	*	117,00
Ração 02	288,77	507,43	680,83	372,39	0,04	0,05	*	0,05	*	108,25	*	127,67
Ração 03	221,13	556,59	515,06	314,27	0,03	0,07	*	0,06	*	113,50	*	128,29
Ração 04	233,17	486,82	672,09	348,59	0,04	0,06	*	0,05	*	112,00	*	126,04
Ração 05	239,58	540,00	556,55	336,40	0,03	0,06	*	0,06	*	110,25	*	127,21
Ração 06	219,02	417,65	712,02	333,22	0,04	0,05	*	0,06	*	110,75	*	123,75
Ração 07	194,80	500,64	576,78	328,77	0,03	0,05	*	0,05	*	115,00	*	123,17
Ração 08	196,28	441,25	603,41	318,87	0,04	0,05	*	0,05	*	109,25	*	123,92

F - Rendimento de carcaça (R. Carc.), eficiência alimentar (Efic.A.), taxa de mortalidade (Mort.), de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Valores representam a média mais ou menos os desvios padrões. * = diferença significativa onde os resultados foram apresentados em Figuras.

RAÇÕES	R.Carc.: rendimento de carcaça				Efic.A: eficiência alimentar				Mort.: Mortalidade			
	%								%			
	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS
Ração 01	*	76,95	76,29	74,82	*	0,63	0,65	*	0,00	0,00	0,00	*
Ração 02	*	74,89	76,32	73,97	*	0,60	0,76	*	2,50	2,78	3,13	*
Ração 03	*	75,38	73,88	73,32	*	0,62	0,56	*	0,00	0,00	0,00	*
Ração 04	*	75,62	75,82	74,15	*	0,61	0,70	*	0,00	11,11	0,00	*
Ração 05	*	75,94	74,14	73,48	*	0,61	0,60	*	0,00	2,78	0,00	*
Ração 06	*	75,89	74,03	74,06	*	0,53	0,79	*	0,00	2,78	3,13	*
Ração 07	*	75,79	77,45	73,86	*	0,58	0,63	*	0,00	2,78	0,00	*
Ração 08	*	75,68	75,25	74,99	*	0,57	0,69	*	0,00	8,33	3,13	*

G - Peso médio por ave (PM.ave) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. Valores representam a média mais ou menos os desvios padrões. * = diferença significativa onde os resultados foram apresentados em Figuras.

RAÇÕES	PM.ave: Peso médio por ave				VC: viabilidade criatória			
	Kg				%			
	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL	10 A 42 DIAS
Ração 01	*	2,78	3,74	*	100,00	100,00	100,00	*
Ração 02	*	2,74	3,81	*	97,50	97,23	96,88	*
Ração 03	*	2,94	3,86	*	100,00	100,00	100,00	*
Ração 04	*	2,68	4,00	*	100,00	88,89	100,00	*
Ração 05	*	2,93	3,88	*	100,00	97,22	100,00	*
Ração 06	*	2,60	3,82	*	100,00	97,23	96,88	*
Ração 07	*	2,84	3,84	*	100,00	97,23	100,00	*
Ração 08	*	2,61	3,68	*	100,00	91,68	96,88	*

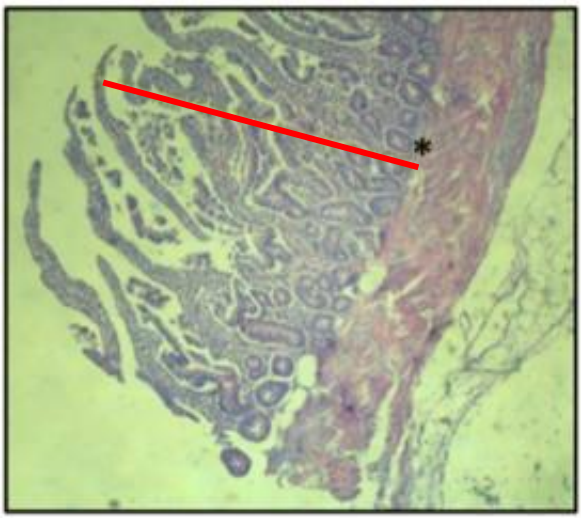
H - Chegada das aves e área experimental constituída com suas parcelas experimentais individuais com divisórias.

I - Abertura da cavidade abdominal dos frangos de corte.

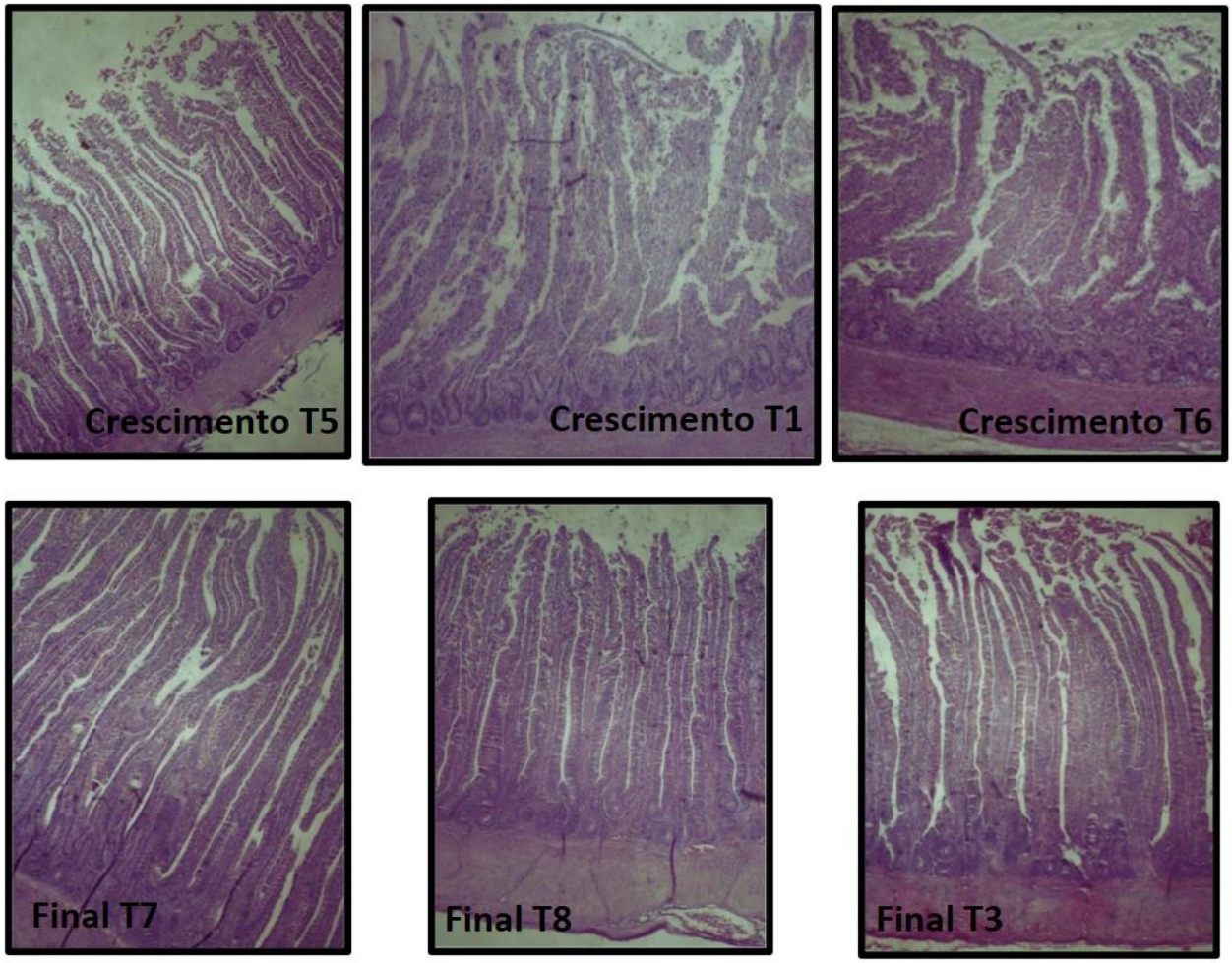
J - Os fragmentos de jejuno medindo aproximadamente 5,0 cm de comprimento.

K – Preparação do fragmento do jejuno para análise.

L – Corte histológico do jejuno de aves ilustrando a medida morfométrica realizada. A linha vermelha delimita o comprimento da mucosa, desde o ápice da vilosidade até a camada muscular da mucosa demarcada com asterisco (*).

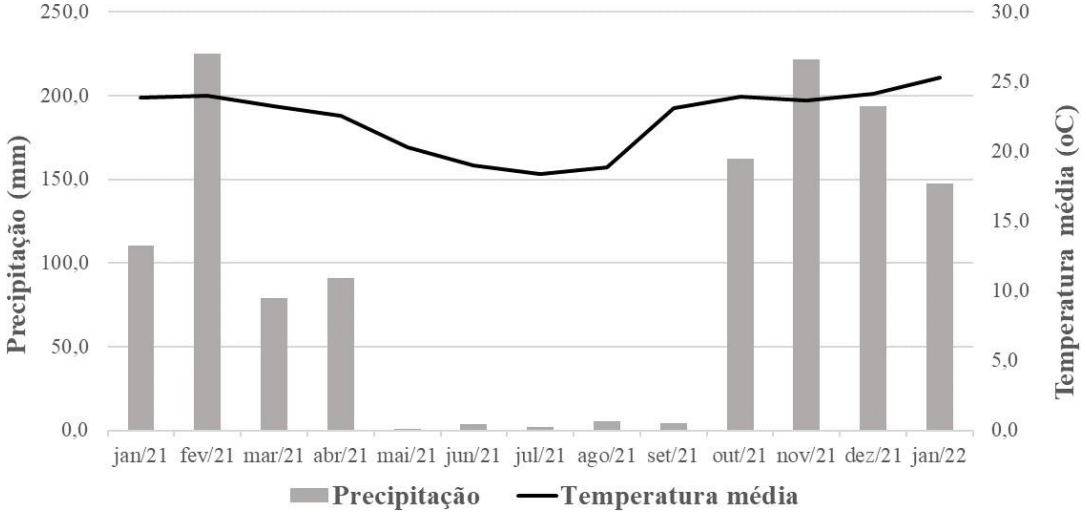


M – Cortes histológicos do jejuno dos frangos de corte submetidos a dietas com diferentes tipos de rações. As figuras são apresentadas em trio, nas fases de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias).



ANEXOS

A - Distribuição mensal da precipitação pluviométrica e temperatura média durante o período experimental, em São João Evangelista - MG.



Fonte: Dados da Estação Meteorológica do Viveiro - IFMG-SJE (2022).

B – Parecer do Comitê de Ética para pesquisa para Uso de Animais do Instituto Federal de Minas Gerais, sendo aprovada a sua execução por meio do parecer da CEUA 15/2020.**:**

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MINAS GERAIS

PARECER Nº 15/2020

A COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA - IFMG, instituída por meio da Portaria n° 590 de 25/04/2016, após análise, declara o projeto de disciplina intitulado **"EFEITO DA ADIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NA DIETA SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DOS FRANGOS DE CORTE"** de autoria de **JOSÉ LAUREANO BARBOSA LEITE**, como aprovado em reunião realizada em24/08/2020.

Bambuí, 26 de agosto de 2020.

Michelle P. Gabardo

Profa. Dra. Michelle de Paula Gabardo
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA-IFMG