

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ CENTRO DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TANINOS HIDROLISADO DE CASTANHA PORTUGUESA (*Castanha
sativa*) E CONDENSADO DE QUEBRACHO (*Schinopsis lorentzii*) NA
ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS

Autor: Vinício dos Santos Cardoso
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Simara Márcia Marcato

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ CENTRO DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TANINOS HIDROLISADO DE CASTANHA PORTUGUESA (*Castanha
sativa*) E CONDENSADO DE QUEBRACHO (*Schinopsis lorentzii*) NA
ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS

Autor: Vinício dos Santos Cardoso
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Simara Márcia Marcato

"Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal".

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

C268t

Cardoso, Vinício dos Santos

Taninos hidrolisado de castanha portuguesa (*Castanha sativa*) e condensado de quebracho (*Schinopsis lorentzii*) na alimentação de poedeiras / Vinício dos Santos Cardoso. -- Maringá, PR, 2024.
vi, 63 f. : il., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Simara Márcia Marcato.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2024.

1. Poedeiras - Alimentação. 2. Taninos hidrolisado. 3. Produtos naturais. 4. Polifenóis. 5. Antioxidante. I. Marcato, Simara Márcia, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 23.ed. 636.51

Elaine Cristina Soares Lira - CRB-9/1202



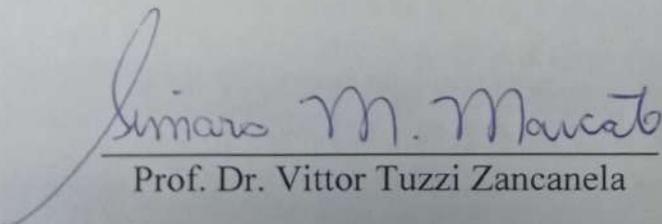
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

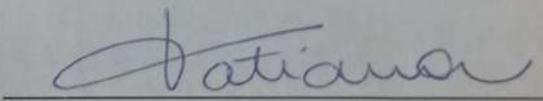
TANINOS HIDROLISADO DE CASTANHA PORTUGUESA
(*CASTANHA SATIVA*) E CONDENSADO DE QUEBRACHO
(*SCHINOPSIS LORENTZII*) NA ALIMENTAÇÃO
DE POEDEIRAS

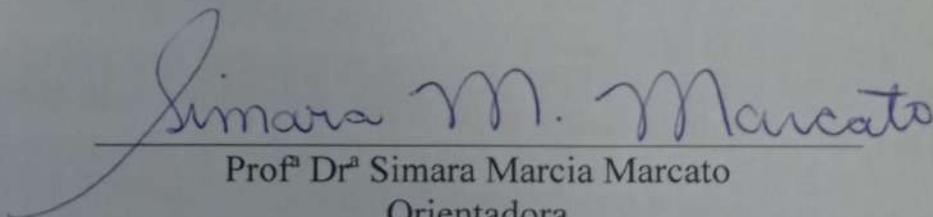
Autor: Vinicio dos Santos Cardoso
Orientadora: Profª Drª Simara Marcia Marcato

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADO em 22 de fevereiro de 2024.


Prof. Dr. Vittor Tuzzi Zancanela


Profª Drª Tatiana Carlesso dos
Santos


Profª Drª Simara Marcia Marcato
Orientadora

“O certo é certo, mesmo que ninguém o faça. O errado é errado, mesmo que todos se enganem sobre ele”.

G. K. Chesterton

DEDICATÓRIA

A minha família, minha amada mãe Marilene dos Santos (Mainha), a minha querida e estimada irmã Viviane dos Santos Cardoso, a minha querida amiga Delúcia Rodrigues Sobral e a todas as pessoas importantes em minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que com sua infinita misericórdia e amor, não me deixou só nesta caminhada. Em muitos momentos me senti sozinho, uma vez que não entendia o contexto geral do que tinha para mim. E que projeto, senhor!

Ao meu Anjo da Guarda que sempre me guia, protege e ilumina o meu caminho.

A minha mãe, Marilene dos Santos (Mainha), mulher nordestina, forte, que desde os 7 anos trabalha para ajudar a família. Sou muito grato e me sinto privilegiado de ser teu filho. Hoje eu entendo os conselhos da senhora, os quais por muito tempo eu não entendi. Que Deus te agracie com muita saúde e anos de vida para colhermos os frutos que estão por chegar.

A minha querida irmã, Viviane dos Santos Cardoso (Vivia), que é uma irmã inexplicavelmente incrível, as palavras são absurdamente rasas para descrever o amor e admiração que tenho por você, muito obrigado!

A toda a minha família, em especial meu tio Samuel e sua esposa Claudeci, amo todos vocês.

À Delúcia Rodrigues Sobral, amiga de valor inestimável, obrigado por tudo que a senhora fez e faz por mim e minha família.

A todos os moradores do “meu povoado” Taborda – Nossa Senhora das Dores – SE.

Ao meu ex-orientador, Prof. Dr. Vittor Tuzzi Zancanela, que é um profissional e amigo ao qual tenho enorme admiração e respeito. Sou muito grato a Deus por todas as oportunidades e conselhos que por meio dele o senhor dedicou a mim, espero um dia ser um profissional inspirador como o senhor é.

A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Simara Márcia Marcato, que durante todo o mestrado me ajudou e foi compreensiva comigo.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), pela oportunidade e apoio para a realização deste trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado que viabilizou a minha pesquisa.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual de Maringá, pelos ensinamentos e toda a ajuda durante a minha caminhada até aqui. Em especial, ao Prof. Dr. Leandro Dalcin Castilha, ao Ulisses (químico do LANA) e à secretária do PPZ Solange Iung.

Ao setor de Avicultura e ao grupo de estudos em nutrição de codornas (GENCO) por toda ajuda e empenho em meu experimento. Em especial, Brena, Breno, Marcos, Pedro e Maria Tereza.

À Prof.^a Dr.^a Tatiana Carlesso Santos e ao seu grupo GEMORFIA por toda ajuda durante o meu mestrado.

À Letícia Aline Lima, aluna de doutorado da UEM. Nada dito aqui será suficiente para descrever o quanto sou grato a você, mas nunca vou esquecer que foi com sua ajuda que consegui os produtos com a SALUS, por intermédio do José Matheus, muito menos esquecerei que me ajudou a elaborar e realizar os projetos, a fazer as análises, a rodar a estatística e escrever a discussão. Por tudo isso citado e todas as outras não relatadas aqui, muito obrigado! Fico muito feliz por ter sido ajudado por você, tudo foi bem mais leve.

Ao José Matheus de Moura Andrade, que, por meio da SALUS, me doou os produtos para

a realização desta pesquisa.

A Salus Nutrição Animal, pela doação e envio dos produtos para a realização dos experimentos.

Aos meus amigos que acreditam e torcem pelo meu sucesso, não vou citar nomes devido a quantidade, e também para não correr o risco de esquecer alguém importante.

DEUS ABENÇOE TODOS VOCÊS!

BIOGRAFIA DO AUTOR

VINÍCIO DOS SANTOS CARDOSO, filho de Marilene dos Santos e Manoel José Cardoso, nasceu em 13 de Setembro de 1998, em Itabaiana – SE.

Em 2017 iniciou o Curso de Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, graduando-se em março de 2022.

Em março de 2022, iniciou o Programa de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Estadual de Maringá, sob orientação da professora Simara Márcia Marcato, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de não-ruminantes.

Em 22 de fevereiro de 2024, submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de Mestre.

ÍNDICE

LISTA DE ABREVIACOES.....	I
LISTA DE TABELAS.....	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	IV
I INTRODUÇÃO.....	01
2. Revisão de literatura.....	02
2.1 Uso de aditivos na produção animal.....	02
2.2 Compostos Naturais.....	03
2.3 Taninos.....	04
2.3.1 Tanino hidrolisado (TanH).....	06
2.3.2Tanino condensado (TanC).....	07
2.4 Utilização de taninos na alimentação animal.....	09
3. Considerações Finais.....	12
4. Referências.....	13
II. OBJETIVOS GERAIS.....	19
III INFLUNCIA DA UTILIZAÇÃO DE TANINOS NO DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS E NA MORFOMETRIA INTESTINAL DE POEDEIRAS.....	20
1. Introdução.....	22
2. Materiais e Métodos.....	24
3. Resultados.....	29
4. Discussão.....	31
5. Conclusões.....	38
6. Referências.....	38
IV – EFEITOS DA INCLUSÃO DE TANINO NA UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES E TEOR DE MATÉRIA SECA DE EXCRETAS DE POEDEIRAS.....	49
1. Introdução.....	51
2. Materiais e Métodos.....	52
3. Resultados e Discussões.....	56
5. Conclusões.....	59
6. Referências.....	60
IV CONSIDERAOES FINAIS.....	63

LISTA DE ABREVIACOES

Alb = Albumina
CA = Conversão Alimentar
CDMM= Coeficiente de Digestibilidade de Matéria Mineral
CDMS = Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Seca
CDMS= Coeficiente de Digestibilidade de Matéria Seca
CDPB = Coeficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta
CEB = Coeficiente de Energia Bruta
CEE= Coeficiente de Extrato Etéreo
CN = Controle Negativo
CP = Controle Positivo
CR = Consumo de Rao
CRD = Consumo de Rao Diário
CTE = Extrato de Tanino de Castanha
EC = Espessura da Casca
EE= Extrato Etéreo
EMA= Coeficiente de Energia Metabolizável
EMAn = Coeficiente de Energia Metabolizável Corrigido para Nitrogênio
Exc = Excretada
GE = Gravidade Específica
IG = ndice de Gema
Ing = Ingerida
LDL = Lipoproteína de Baixa Densidade
MDA = Concentrao de Malonaldeído
MM= Matéria Mineral
MO = Massa de Ovo
MS= Matéria Seca MS
N = Nitrogênio
PB =Protena Bruta
PNA = Polissacarídeos Não Amilceos
Ref = Referência
TanC = Tanino Condensado
TanH = Tanino Hidrolisado
TBA = cido Tiobarbitúrico
TBARS = Substância Reativa ao cido Tiobarbitúrico
TCA = cido Tricloroacético
UH = Unidade Haugh

LISTA DE TABELAS

III. INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE TANINOS NO DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS E NA MORFOMETRIA INTESTINAL DE POEDEIRAS

- Tabela 1:** Composição das dietas experimentais para galinhas em postura 45
- Tabela 2:** Desempenho produtivo, qualidade de ovos e coloração da gema de poedeiras Hy-line W36 alimentadas com diferentes inclusões de tanino (n=10).....46
- Tabela 3:** Variáveis bioquímicas séricas de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões de tanino com 92 semanas de idade (n=10).....47
- Tabela 4:** . Análise de peroxidação lipídica determinada pela concentração MDA mg/g pelo método de TBARs na gema e fígado de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões de tanino (n=10).....47
- Tabela 5:** Análise de altura de vilo, largura de vilo, área de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta no jejuno de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões de tanino (n=10).....48
- Tabela 6:** Peso da ave e pesos relativos dos órgãos e comprimento do intestino delgado de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões de tanino com 91 semanas (n=10).).....48

IV. EFEITOS DA INCLUSÃO DE TANINO NA UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES E TEOR DE MATÉRIA SECA DE EXCRETAS DE POEDEIRAS

Tabela 1: Composição das dietas experimentais para galinhas em postura 53

Tabela 2: Teor de matéria seca nas excretas das aves alimentadas com diferentes taninos (n=10).....57

Tabela 3: Média dos coeficientes de digestibilidade dos taninos para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria mineral (CDMM), proteína bruta (CDPB) e extrato etéreo (CDEE) com base na matéria seca (n=6).....58

Tabela 4: Média dos coeficientes de digestibilidade dos taninos para o coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB) valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) com base na matéria seca (n=6).....59

LISTA DE FIGURAS

I REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1: Unidades monoméricas de TanH (ácido gálico e ácido elágico).....	06
Figura 2: Estrutura de taninos hidrolisáveis.....	07
Figura 3: Unidades monoméricas de TanC (catequina e galocatequina).....	08
Figura 4: Estrutura química dos TanC.	09

RESUMO

Os taninos são um grupo de compostos polifenólicos, considerados metabólitos secundários que são encontrados nos vacúolos das plantas. Alguns taninos podem proporcionar efeitos positivos como a peroxidação lipídica e na bioquímica sérica. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de tanino hidrolisado de Castanha Portuguesa (*Castanha Sativa*) e condensado de Quebracho (*Schinopsis Lorentzii*) na alimentação de poedeiras Hy-line W36 com 76 semanas de idade, sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovo, atividade antioxidante, morfometria intestinal e digestibilidade. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, composto por 5 dietas, sendo: Controle negativo (CN) (ração basal); Controle positivo (CP) (ração basal + promotor de Tratamento 1 - Controle negativo (CN) (ração basal); Tratamento 2 - Controle positivo (CP) (ração basal + virginamicina); Tratamento 3 – (0,5TanH) Ração basal + 0,5 kg/ton de tanino hidrolisado (TanH); Tratamento 4 – (1,0TanH) Ração basal + 1 kg/ton de TanH; Tratamento 5 – (1,0TanC) Ração basal + 1kg/ton de tanino condensado (TanC), com 10 repetições com 6 aves cada. Foram analisados o desempenho produtivo (consumo de ração, conversão alimentar, massa de ovo), qualidade dos ovos, perfil bioquímico do sangue, peso dos órgãos, resistência à quebra da casca e histologia intestinal em quatro ciclos de 28 dias. A digestibilidade foi analisada em 6 repetições de duas aves. Os dados foram analisados pelo Teste de Tukey, com nível de 5% de significância. As inclusões de taninos não afetaram o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos. Nas análises de bioquímica sérica, os teores de colesterol, albumina, triglicerídeos e proteína no sangue aumentaram com a inclusão de 1 kg/ton de tanino hidrolisado. Já o peso das aves e dos órgãos não foram influenciados pela dieta. Ao avaliar a concentração de malonaldeído (MDA) nas gemas e no tecido hepático, foi observado uma diminuição dos teores de MDA nos tratamentos com a inclusão dos taninos em todos os níveis. A adição dos taninos não influenciou os teores de matéria seca das excretas, e os coeficientes de digestibilidade de matéria seca (CDMS), matéria mineral (CDMM), extrato etéreo (CDEE), e energia bruta (CDEB) das rações. Entretanto, foi observado um aumento do coeficiente de proteína bruta (CDPB) com a adição de taninos. A inclusão de 1kg/ton de tanino condensado (0,1TanH) na dieta das galinhas poedeiras proporcionou o melhor coeficiente de digestibilidade de proteína bruta, EMA e EMAn. Conclui-se que as inclusões de taninos não afetam o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de poedeiras, aumentam a atividade antioxidante, e o tanino condensado obteve o melhor coeficiente de digestibilidade de PB, EMA e EMAn.

Palavras-chave: antibióticos, antioxidante, digestibilidade, polifenóis, produtos naturais e umidade.

ABSTRACT

Tannins are a group of polyphenolic compounds that are considered secondary metabolites found in plant vacuoles. Some tannins can have positive effects on lipid peroxidation and serum biochemistry. The aim of this study was to evaluate the effect of including tannins hydrolyzed from Portuguese chestnuts (*Castanha Sativa*) and Quebracho condensate (*Schinopsis Lorentzii*) in the diet of 76-week-old Hy-line W36 layers on production performance, egg quality, antioxidant activity, intestinal morphometry, and digestibility. A completely randomized design was used, consisting of 5 diets: Negative control (NC) (basal feed); Positive control (PC) (basal feed + promoter of Treatment 1 - Negative control (NC) (basal feed); Treatment 2 - Positive control (PC) (basal feed + virginamycin); Treatment 3 - (0.5TanH) Basal feed + 0.5 kg/ton of hydrolyzed tannin (TanH); Treatment 4 - (1.0TanH) Basal feed + 1 kg/ton of TanH; Treatment 5 - (1.0TanC) Basal feed + 1 kg/ton of condensed tannin (TanC), with 10 repetitions of 6 birds each. Productive performance (feed consumption, feed conversion, egg mass), egg quality, blood biochemical profile, organ weight, resistance to shell breakage, and intestinal histology were analyzed over four 28-day cycles. Digestibility was analyzed in 6 replicates of two birds. The data were analyzed using the Tukey test at a 5% significance level. Tannin inclusions did not affect the production performance or egg quality. In serum biochemistry analyses, the levels of cholesterol, albumin, triglycerides, and protein in the blood increased with the addition of 1 kg/ton of hydrolyzed tannin. Bird and organ weights were not influenced by diet. When evaluating the malonaldehyde (MDA) concentration in the yolks and liver tissue, a decrease in MDA levels was observed in all treatments with tannin addition. The tannin addition did not influence the dry matter content of the excreta or the digestibility coefficients of dry matter (CDDM), mineral matter (CDMM), ether extract (CDEE) and gross energy (CDEB) of the feed. However, an increase in the crude protein coefficient (CDCP) was observed with the tannin addition. The inclusion of 1 kg/ton of condensed tannin (0.1TanH) in the hen diet provided the best digestibility coefficient for crude protein, AME, and AMEn. It can be concluded that tannin inclusions do not affect the productive performance and egg quality of laying hens, also, they increase antioxidant activity, and condensed tannin had the best digestibility coefficient for CP, AME, and AMEn.

Key words: antibiotics, antioxidants, digestibility, moisture, natural products and polyphenols.

I - INTRODUÇÃO

1.1 Introdução Geral

Para atender à crescente demanda por proteína animal e obter uma maior eficiência produtiva e rentabilidade na produção avícola, foi utilizado a suplementação contínua de antibióticos como promotores de crescimento. Porém, ao longo dos anos, foram observadas desvantagens em função da sua utilização, sendo a principal, a interação positiva entre o uso de antibióticos e a evolução e seleção de microrganismos resistentes a antibióticos em animais de produção (Chattopadhyay, 2014).

O rápido desenvolvimento dos sistemas de produção animal ocorreu por meio do uso de medicamentos de forma preventiva, sejam eles de longo prazo e em baixas doses ou o uso e abuso excessivo de antibióticos, entre outros fatores. Estas questões culminaram na presença de resíduos de antibióticos em produtos de origem animal, na resistência dos patógenos aos antibióticos, no desequilíbrio da flora microbiana normal, declínio da imunidade animal e efeitos relacionados (Bogaard et al., 2000; Sorum & Sunde, 2001). Em razão disso, estes promotores de crescimento foram proibidos em países da União Europeia, China, Suécia, Dinamarca e Noruega (Diarra & Malouin 2014).

Os principais motivos que causaram a substituição dos antibióticos foram: a conscientização dos consumidores sobre as consequências à saúde, segurança e qualidade dos produtos alimentícios de origem animal; a proibição do uso de promotores de crescimento e de antibióticos em alimentos para animais; e o crescimento dos sistemas de produção alternativos, como o orgânico e agroecológico (Junqueira et al., 2021). Estes fatores aumentaram a popularidade dos suplementos naturais na produção animal, causando grande interesse dos produtores e pesquisadores por suplementos à base de plantas que apresentem características próximas aos antibióticos e até melhores em determinadas funções. Como é o caso dos polifenóis presentes nas plantas, são exemplos: os taninos, flavonóides, ácidos fenólicos, proantocianidinas e lignanas (Lipiński, 2017).

Os taninos são um grupo de compostos polifenólico comumente encontrados no reino vegetal (Huang et al., 2018). São classificados como hidrolisáveis e condensados. Os hidrolisáveis possuem composto fenólico variando entre 200 a 500g/kg de matéria seca, estão presentes em pequenas concentrações nas plantas, podendo ser encontrados em carvalhos, acácia, eucaliptos e em uma variedade de folhas de árvores, (Addisu, 2016). Os taninos classificados como condensados recebem esse nome em razão da sua estrutura química condensada, o que proporciona

maior resistência à degradação, diferente do que acontece com os hidrolisáveis, os quais são sensíveis às substâncias básicas, ácidas e esterases (Addisu, 2016; Naumann et al., 2017).

Apesar de existirem muitos estudos sobre a substituição de promotores de crescimento por aditivos naturais, ainda não se sabe quais os compostos e níveis de inclusão proporcionam os melhores resultados para os animais. Portanto, essa revisão foi feita com o objetivo de abordar o efeito da suplementação dos taninos na dieta de poedeiras.

2. Revisão de Literatura

2.1 Uso de aditivos na produção animal

De acordo com o MAPA (Instrução Normativa N°. 13 de 2004) e segundo orientações do Codex Alimentarius, aditivos são produtos destinados à alimentação animal e é definido como "substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizado usualmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano. O emprego de antibióticos/antimicrobianos na alimentação animal teve início na década de 50, com a finalidade de otimizar o desempenho dos animais, por meio do alcance de taxas de crescimento e conversão alimentar melhores, prevenção de infecções e redução nas taxas de mortalidade e morbidade (Vieites et al., 2020). Quando administrados em doses subterapêuticas mantém os animais saudáveis em resposta ao seu efeito antimicrobiano, desta forma, agem como promotores de crescimento (Godoy, 2023).

A utilização de aditivos nas dietas impulsionou a alta produtividade obtida pela indústria de aves e suínos, uma vez que quando adicionados às rações, estes são capazes de melhorar o desempenho animal, as características físicas dos alimentos e também aumenta as possibilidades de utilização de ingredientes alternativos (Poletti, 2022). Isso ocorre em resposta da melhora das condições estruturais da mucosa intestinal, promovendo assim, melhor absorção dos nutrientes e, conseqüentemente, melhora do desempenho e qualidade dos produtos de origem animal (Lemos et al., 2017).

Com o passar dos anos começaram a surgir preocupações em relação ao uso de antibióticos na cadeia produtiva animal, tais como: resistência das bactérias aos antibióticos, resíduos na carcaça e nos alimentos de origem animal e reações alérgicas em pessoas previamente sensíveis (Schwarz & Chaslus-Dancla, 2000). Em virtude das preocupações com o aumento da resistência

bacteriana, no ano de 2006, a União Europeia proibiu o uso de antibióticos como promotores de crescimento. Em razão a esta demanda do mercado consumidor, cada vez menos é realizado sua utilização em vários países, e em resultado a isso muitos aditivos naturais que possuem efeitos antimicrobiano passaram a ser estudados e utilizados na indústria avícola (Godoy, 2023).

A implementação de regulamentos que proíbem a aplicação de antibióticos como promotores de crescimento em vários países do mundo e a crescente conscientização da população sobre a segurança alimentar fez com que ocorresse um aumento do interesse da utilização de aditivos alimentares alternativos à base de plantas. Dentre os compostos mais utilizados nas rações na avicultura, particularmente em galinhas poedeiras, os aditivos fitogênicos obtidos de extratos de plantas herbáceas são os mais aplicados rotineiramente. Os fitogênicos ou fitobióticos têm despertado grande interesse quanto ao seu uso em razão de proporcionarem benéficos à saúde e no desempenho intestinal devido à presença de compostos bioativos, como polifenóis, com propriedades antimicrobianas, antioxidantes, imunomoduladoras e anti-inflamatórias. (Bogaard et al., 2000; Barton, 2000).

Os aditivos naturais possuem os mesmos efeitos benéficos que os antibióticos, são eles os prebióticos e os aditivos botânicos. Os aditivos botânicos contemplam os óleos essenciais, extratos de plantas, metabólitos secundários de plantas, e entre outros. Estes compostos despertaram muito interesse nos pesquisadores em virtude do seu efeito positivo na melhoria da produtividade, bem como, sua grande variedade e disponibilidade na natureza, tornando-os uma alternativa natural ao uso de antibióticos (Liu et al., 2023).

Dentre os aditivos botânicos, os compostos fitogênicos vêm ganhando destaque, por apresentarem benefícios na produção animal, melhorando o valor nutricional dos produtos avícolas e a sua aceitação dos consumidores. Isso ocorre devido os compostos fitogênicos possuírem diversas propriedades, como: influenciar a digestibilidade, a secreção de enzimas, bem como atuar como antimicrobiano e antioxidante. Conseqüentemente, seu uso pode melhorar os índices zootécnicos (ganho de peso e conversão alimentar) e melhorar a saúde intestinal dos animais (Liu et al, 2023).

2.2 Compostos naturais

Os polifenóis são um dos maiores componentes presentes nos extratos de plantas, sendo metabólitos secundários de plantas que possuem componentes bioativos e proporcionam efeitos positivos aos animais, são reconhecidos por melhorar o desempenho dos animais em razão dos seus efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes, imunomoduladores e antimutagênicos (Lipiński,

2017). As suas propriedades antioxidantes reduzem as consequências negativas causadas pelo estresse oxidativo, além de exercerem efeitos não específicos sobre o metabolismo celular e proporcionarem benefícios para a saúde, desempenho, ação antibacteriana, ação sobre protozoários, reparação de tecidos, regulação enzimática e protéica (Kamboh et al., 2013).

A presença de compostos bioativos, como polifenóis, os quais possuem propriedades antimicrobianas, antioxidantes, imunomoduladoras e anti-inflamatórias, é a razão pela qual os fitogênicos exercerem efeitos positivos na saúde e no desempenho (Sumiati et al., 2020). Os compostos bioativos naturais mais largamente produzidos são os compostos polifenólicos, estes atuam na defesa das plantas contra as pragas e a radiação UV, podendo ser encontrados em várias partes das plantas, desde raízes, cascas, folhas, frutas e sementes (Yeshe et al., 2022). Segundo Mahfuz et al. (2021), alguns dos grupos de polifenóis mais conhecidos são flavonóides, ácidos fenólicos, taninos, proantocianidinas oligoméricas, alquilresorcinóis, avenantramidas e lignanas.

De acordo com Marzoni et al. (2020), os fitogênicos são compostos bioativos de origem vegetal, que podem melhorar o desempenho das aves quando adicionados à ração. Estas substâncias podem ser provenientes de todas as partes da planta (madeira, tubérculos, frutos de ervas, e entre outras) e podem estar disponíveis em vários estados físicos (sólido, seco, moído, extratos, etc.). Os compostos ativos dos fitogênicos são principalmente constituintes secundários das plantas - terpenóides (mono e sesquiterpenos, esteróides, etc.), fenólicos (taninos), glicosídeos e alcalóides (presentes como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, éteres, lactonas, dentre outros).

Segundo Cornescu et al. (2022), o desenvolvimento de produtos naturais enriquecidos com alguns compostos bioativos que podem contribuir para o bom funcionamento do corpo humano tornou-se essencial na indústria alimentícia. Os produtos avícolas, incluindo carne e ovos, são uma parte importante da alimentação mundial e são duas significativas fontes de proteínas. Frente a estas questões, é essencial destacar que a nutrição animal e a suplementação alimentar com alguns compostos bioativos é uma das estratégias mais aplicadas para melhorar a composição dos produtos avícolas para obtenção de produtos naturalmente enriquecidos.

2.3 Taninos

Os taninos, também denominados de ácido tânico, são substâncias químicas complexas derivadas de ácidos fenólicos. Eles são classificados como compostos fenólicos, que são encontrados em muitas espécies de plantas, de todos os climas e em todas as partes do globo. Eles são moléculas grandes que se ligam prontamente com proteínas, celulose, amidos e minerais (Godoy, 2023). O ácido tânico é um composto constituído de vários taninos, geralmente gálicos,

rotineiramente utilizado na indústria de alimentos, farmacêutica e até para produção de enzimas. Estando presente geralmente nas folhas, frutos, vagens e sementes das plantas, de onde são extraídos para variadas utilizações (Tong et al., 2021). Por conseguinte, os taninos são definidos como um complexo heterogêneo de polifenóis de origem vegetal com alto peso molecular, que diferem de outros polifenóis pela sua capacidade de precipitar proteínas, íons metálicos, aminoácidos e polissacarídeos. Estes compostos possuem peso molecular compreendido entre 500 e 20.000 Dalton (Grandis, 2018).

Segundo Caprarulo et al. (2021), os taninos podem ser divididos levando em consideração a sua estrutura e grau de polimerização. Sua síntese ocorre com a finalidade de proteger as plantas contra insetos, doenças ou animais de pasto e são caracterizados como metabólitos secundários encontrados nos vacúolos das plantas. Em razão disso, as plantas acumulam quantidades consideráveis de taninos na casca, raízes, madeira, folhas e frutos. Entretanto, os taninos são mais abundantes em partes vulneráveis das plantas (folhas novas e flores) (Huang et al., 2018). Os metabólitos secundários são compostos que não participam diretamente das vias metabólicas principais, ou seja, não são responsáveis pelo desenvolvimento das plantas, agindo após alguma lesão, resultando assim em uma ampla variação na sua composição e quantidade (Godoy, 2023).

Por estarem presentes em várias partes das plantas, os tecidos que contém taninos apresentam uma das principais características dos taninos: a adstringência. O sabor adstringente das folhas e frutos é um mecanismo de defesa, uma vez que tem por objetivo evitar o consumo pelos animais através da interação entre os polifenóis e as proteínas salivares, o que causa uma redução na lubrificação e assim evita que plantas em crescimento sofram danos (Godoy, 2023). A adstringência de frutos e produtos vegetais ocorre devido a presença de tanino, uma vez que, acontece a precipitação de glicoproteínas salivares, fato este que ocasiona a perda do poder lubrificante, podendo prejudicar o consumo dos animais (Monteiro et al., 2005).

A crescente utilização destes compostos e o crescimento do mercado de extratos vegetais impulsionaram o desenvolvimento de regulamentações específicas. Em função disso, os taninos foram reconhecidos como ingredientes seguros pela US Food and Drug Administration (FDA) (listado em 21 CFR 184.1097; 21 CFR 173.310). Ainda segundo estes mesmos autores, os taninos estão presentes em diversos alimentos e ingredientes utilizados diariamente na nutrição animal, como milho, trigo e cevada (Caprarulo et al., 2021).

Os taninos eram classificados como um “fator antinutricional” para os animais não ruminantes, em decorrência dos efeitos negativos no consumo de ração, na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho. Entretanto, atualmente, as pesquisas demonstram que alguns taninos podem melhorar o ecossistema microbiano intestinal, melhorar a saúde intestinal e, deste modo,

aumentar o desempenho produtivo quando aplicados adequadamente nas dietas (Huang et al., 2018), ou seja, em dosagens que não causem efeitos como, adstringência, queda do consumo, complexação com outros compostos e etc.

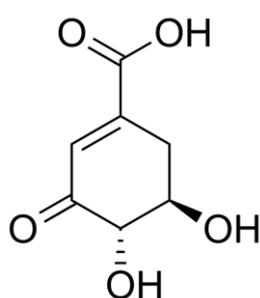
Os taninos são classificados de acordo com a estrutura química em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados. Os taninos condensados podem ser encontrados em samambaias, samambaias aliadas, gimnospermas e em plantas com flores dicotiledôneas e monocotiledôneas. No entanto, os taninos hidrolisados estão limitados a plantas dicotiledôneas (Constabel et al., 2014).

2.3.1 Tanino hidrolisado (TanH)

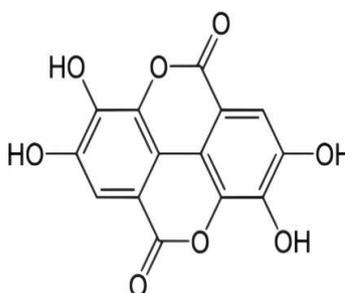
Os TanH são constituídos por um núcleo de poliol (geralmente D-glicose), que é esterificado com ácidos fenólicos (principalmente ácido gálico ou hexahidroxiidifênico) (Huang et al., 2018; Liu et al., 2023). Possuem um peso molecular relativamente baixo, geralmente variando de 500 a 3.000 Dalton, sendo suscetíveis à hidrólise por ácidos, bases ou esterases, sendo facilmente degradados e absorvidos no trato digestivo.

A estrutura básica dos TanH é composta de uma unidade polialcoólica e grupos de hidroxila, unidos através de ligações éster-carboxila, onde é possível realizar o processo de hidrólise em ambientes ácidos ou básicos. A partir da hidrólise (química ou enzimática), os TanH podem ser classificados em: galotaninos (liberam ácido gálico) e elagitaninos (liberam ácido elágico) (Tong et al., 2021).

Na Figura 1, observa-se que, baseados em sua estrutura e propriedades químicas, os TanH possuem um núcleo central de carboidrato ao qual os ácidos carboxílicos fenólicos são ligados por ésteres de ácido gálico (galotanino) ou ácido elágico (elagitaninos) (Jordaan, 2013).



Ácido gálico



Ácido Elágico

Figura 1. Unidades monoméricas de TanH (ácido gálico e ácido elágico). (Fonte: Adaptado de Patra & Saxena, 2010).

Os TanH estão presentes nas famílias *Choripetales* das dicotiledôneas, dicotiledôneas herbáceas e lenhosas e não são abundantes na natureza (Mueller-Harvey & McAllan, 1992). Como pode ser observado na Figura 2, os TanH possuem um grupo polioliol central (em sua maioria, é β -d-glicose, mas também o ácido quínico, outros fenóis e outros glicósidos); e hidroxilas esterificadas pelo ácido gálico (parte fenólica) (Castejon, 2011).

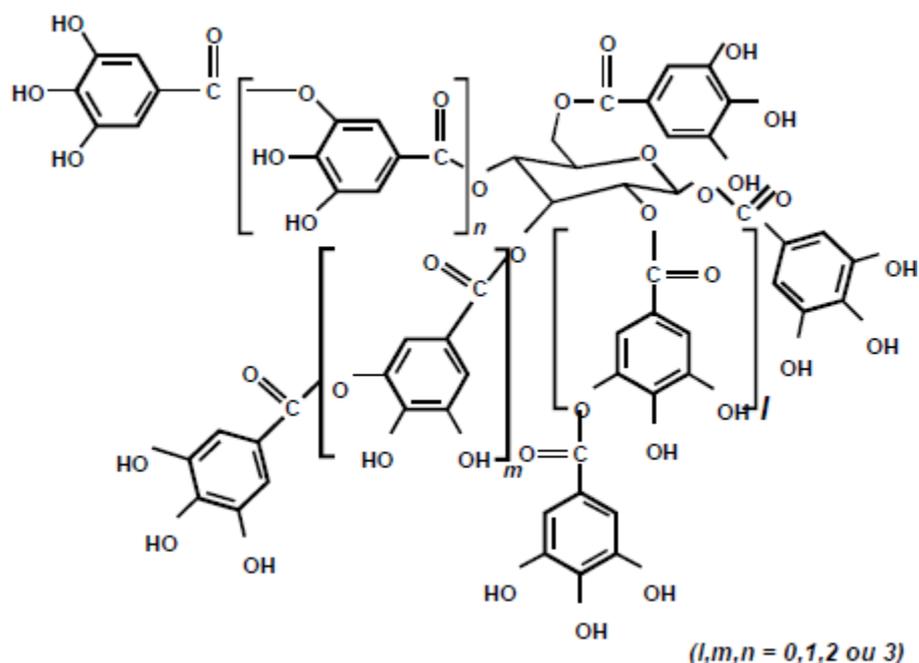


Figura 2 - Estrutura de TanH (Fonte: Nakamura et al., 2003).

2.3.2 Tanino condensado (TanC)

Os taninos condensados são flavonóides oligoméricos ou poliméricos que consistem em unidades flavan-3-ol que incluem catequina, epicatequina, galocatequina e epigalocatequina (Figura 3) (Huang et al., 2018). Possuem uma estrutura mais complexa e os pesos moleculares são mais elevados, geralmente variando de 1.000 a 20.000 Dalton. Diferente dos TanH somente uma forte hidrólise oxidativa e ácida pode despolimerizar as estruturas do TanC. É um polímero formado pela polimerização de flavan-3-ol e flavan-3,4-diol, que são condensados através da desidratação oxidativa causada por ácidos, bases e bactérias (Liu et al., 2023). Os taninos condensados não possuem carboidrato central e são derivados por condensação de precursores de flavonóides ou polímeros de flavonóides (Figura 3) (Jordaan, 2013).

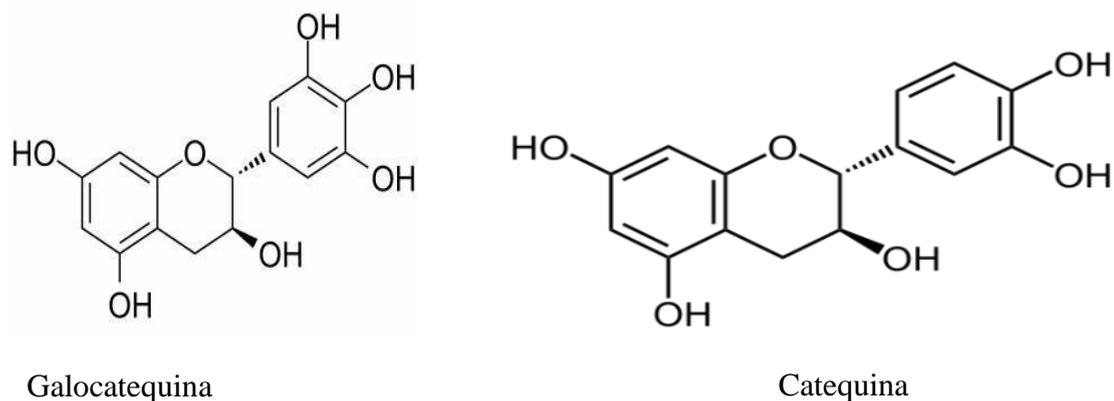


Figura 3. Unidades monoméricas de TanC (catequina e galocatequina) (Fonte: Adaptado de Patra e Saxena, 2010).

Os taninos condensados são os mais frequentes em leguminosas forrageiras, árvores e arbustos. Quando ofertado em concentrações baixas ou médias beneficiam a eficiência da produção. Porém, em altas concentrações impedem a ingestão de ração devido seu efeito adstringente, o que reduz a digestão de proteínas e outros nutrientes (Huang et al., 2018).

De acordo com Poletti (2022), apesar de muitos TanC serem hidrossolúveis, alguns de grande dimensão são insolúveis na água. Sendo assim, são mais difíceis de serem degradados, o que causa toxicidade em uma variedade de microrganismos. Em função dos efeitos deletérios no aproveitamento das rações e no desempenho produtivo dos animais, são bastante conhecidos como fatores antinutricionais em alguns ingredientes utilizados nas dietas dos animais de produção.

Segundo Ogawa & Yazaki (2018), os TanC são mais comuns na dieta humana do que os TanH, já que estão presentes em concentrações relativamente importantes em uvas, maçãs, banana, cacau e seus derivados. No entanto, as principais fontes de TanC utilizadas comercialmente nos diversos segmentos da indústria são: quebracho (até 25% de tanino), carvalho (até 15%) e acácia negra (até 40%). São utilizados para o curtimento do couro, perfuração de poços de petróleo, tratamento de águas, fabricação de adesivos de resina, antioxidantes e pela indústria farmacêutica (antidiarreico, cicatrizante e anti-inflamatório) (Gonçalves et al., 2017).

Os TanC ficam concentrados nos vacúolos intracelulares das plantas e essencialmente não reativos, sendo liberados somente quando ocorre uma ruptura celular e, após essa ruptura pode ocorrer uma extensiva ligação com diversas proteínas (planta, animal, microbiana, salivar, enzimas, etc.) (Waghorn, 2008). Por conseguinte, os taninos condensados afetam o valor nutricional dos alimentos, em decorrência da formação de complexos com as proteínas, carboidratos e outros nutrientes da dieta; pela inibição da atividade de várias enzimas digestivas e

diminuição da absorção de outros nutrientes através da parede celular, devido a formação de complexos com íons divalentes de metais e pela erosão de células epiteliais do intestino (Warreham et al., 1994).

Os TanC ou proantocianidinas estão presentes principalmente em plantas lenhosas. São polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol (Figura 4), produtos do metabolismo do fenilpropanol (Heil et al., 2002).

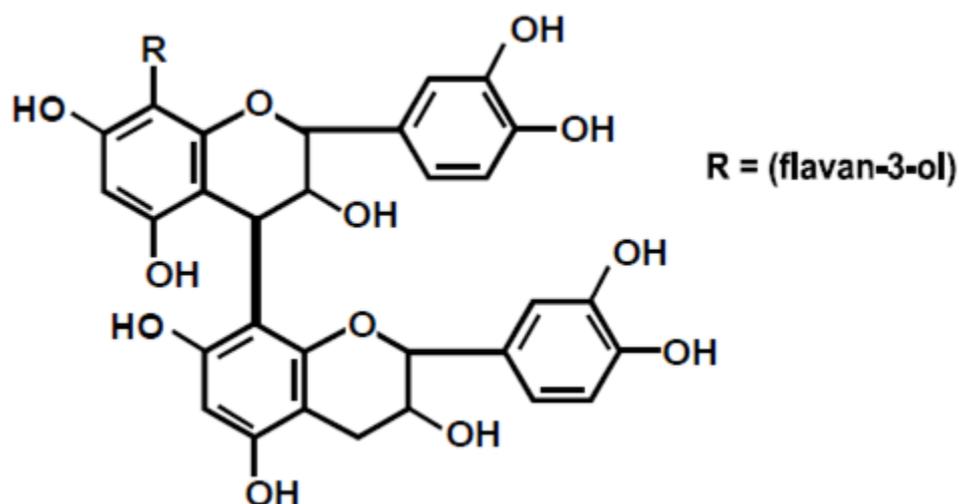


Figura 4 - Estrutura química dos TanC. (Fonte: Lekha & Lonsane, 1997).

2.4 Utilização de taninos na alimentação animal

Os taninos vegetais têm sido utilizados para humanos e animais, com resultados positivos. Em seu estudo, Huang et al. (2018) concluiu que os taninos vegetais possuem forte ação antibacteriana e antiparasitária *in vitro*, porém, os resultados observados *in vivo* variaram muito. Esta variabilidade nos resultados é justificada em função das variações nas composições químicas dos produtos devido às diferenças nas fontes vegetais, condições de cultivo, métodos de processamento, bem como diferentes métodos de aplicação e condições de alimentação. Portanto, é difícil realizar avaliações sistemáticas e abrangentes relativamente à eficácia e segurança destes compostos, o que, sem dúvida, dificulta a adaptação de taninos e produtos tânicos como uma alternativa viável aos promotores de crescimento antimicrobianos na indústria animal e avícola. Por fim, para o desenvolvimento e validação dos produtos de tanino como aditivos antimicrobianos naturais em rações é necessário o controle de todas as variáveis inerentes aos procedimentos de produção e aplicação.

Ao estudar a inclusão de 10 e 20% de farinha de sementes de Culban crua, autoclavada

cruas e autoclavada cruas com a adição de enzima (Bacozymex), Calislar & Demirtas (2017), concluíram que as dietas contendo sementes de Culban cruas diminuíram o consumo de ração e a produção de ovos em galinhas poedeiras. Resultado diferente foi observado nas dietas contendo farinha de semente de Culban autoclavada, estas aumentaram o consumo de ração e a produção de ovos em poedeiras. Em razão desse resultado, os autores concluíram que as sementes de Culban tratadas termicamente podem ser usadas como fontes de proteína para galinhas poedeiras. O tratamento térmico da semente de Culban possibilita uma inclusão em até 20% da dieta como fonte alternativa de proteína para galinhas poedeiras, sem quaisquer efeitos adversos. Entretanto, a suplementação enzimática não causou efeito substancial no parâmetro de consumo de ração em comparação com os mesmos grupos sem suplementação enzimática.

Ao trabalharem com os taninos vegetais AT (*Acacia mearnsii*, 68%), CS (*Castanea sativa*, 60%), SL (*Schinopsis lorenzii*, 73%) e CSp (*Caesalpinia spinosa*, 50%), em dietas de frangos de corte por 42 dias para avaliarem e compararem seus efeitos no desempenho de crescimento, capacidade antioxidante, desempenho imunológico e microbiota intestinal, Liu et al. (2023) concluíram que a capacidade antioxidante e o desempenho imunológico dos frangos de corte foram significativamente melhorados após a adição dos taninos. AT, CS e SL têm efeito positivo no crescimento dos frangos, e CS foi melhor que AT e SL. O efeito protetor (efeito antioxidante) do CT no fígado não foi tão bom quanto o dos outros três taninos, mas foi melhor que os outros três taninos no aumento da imunidade dos frangos de corte, deste modo, pode ser usado para reforço imunológico. SL e CSp proporcionaram melhor proteção do fígado de frangos de corte.

Ainda segundo o estudo de Liu et al. (2023), os diferentes taninos proporcionam efeitos diferentes nos micróbios intestinais. Isso significa que os taninos derivados de diferentes plantas têm efeitos únicos nos frangos de corte, e a estrutura dos taninos tem impacto no crescimento dos frangos de corte, porém, tem pouca relação com o desempenho imunológico e a função antioxidante dos frangos de corte. Por fim, os taninos afetam os frangos de forma diferente dependendo da fonte utilizada.

Extratos de semente de uva (ESU) contêm vários constituintes bioativos benéficos, o que possibilita ser utilizado como potencial aditivo alimentar. Farahat et al. (2016), em sua pesquisa, investigaram o efeito da suplementação de ESU como antioxidante natural nos níveis de 125, 250, 500, 1000 e 2000 ppm nas dietas para frangos de corte. Observaram que os taninos diminuíram significativamente o colesterol total sérico, bem como o colesterol de lipoproteína de baixa densidade e o nível de malonaldeído na carne, e aumentaram o título de anticorpos contra a vacina contra o vírus da doença de Newcastle em frangos de corte. Concluíram que o ESU pode ser utilizado como antioxidante natural eficaz e agente imunoestimulante em dietas para frangos de

corte, sendo 125 a 250 ppm considerado como a dosagem ideal.

Ao incluírem 5, 10 e 20% de folhas secas e trituradas de *Sericea lespedeza* (taninos condensados) na alimentação de frangos de corte, Moyle et al. (2012) observaram uma redução no ganho de peso dos animais dos grupos com as inclusões de 10 e 20%, enquanto o grupo que recebeu 5% não apresentou diferença em relação ao controle sem taninos. No entanto, não houve diferença no consumo de ração entre todos os tratamentos estudados, o que demonstra que a adstringência do tanino não interferiu neste parâmetro zootécnico. Sendo assim, concluíram que dietas contendo níveis superiores a 5% do peso da MS poderiam potencialmente diminuir os ganhos de peso de frangos de corte.

Garcia et al. (2005), ao estudarem a substituição do milho por sorgo com alto tanino (cultivar AG3002 com 1,89 g/kg de tanino) e sorgo com baixo tanino (cultivar SAARA com 0,49 g/kg), avaliaram o desempenho, o rendimento de carcaça e medidas gastrintestinais de frangos e concluíram, que ao utilizarem sorgo com alto tanino e sorgo com baixo tanino em substituição ao milho não houve efeito para desempenho e rendimento de carcaça, vísceras e medidas de intestinos (comprimento e peso relativo) nos animais.

Ao utilizarem 2 gramas de extrato de tanino de castanha (CT) por kg de ração para as linhagens Mugellese (MU) e White Leghorn (WL), Minieri et al. (2016), ao avaliarem a qualidade dos ovos não observaram efeito dos tratamentos. Entretanto, foi observado um aumento na concentração de ácidos graxos insaturados, enquanto o colesterol diminuiu significativamente: 17% no WL e 9% no MU. Em razão disso, os autores concluíram que a suplementação dietética com extrato CT resultou em uma modificação da composição lipídica.

Rezar e Salobir (2014), ao utilizarem extrato de madeira de castanha doce (EMCD) em inclusões de 0,07 e 0,2% nas rações de frangos de corte, concluíram que a suplementação do extrato de EMCD não teve efeito antinutritivo, uma vez que não foram observados efeitos negativos sobre o desempenho e utilização de matéria orgânica, proteína bruta, cinzas brutas, cálcio e fósforo. Porém, a administração do EMCD aumentou significativamente o teor de matéria seca das excretas.

Com o objetivo de avaliar os efeitos dos taninos naturais na dieta de poedeiras sobre os parâmetros de produção e as alterações nas propriedades físicas dos ovos durante o tempo e a temperatura de armazenamento, Cornescu et al. (2022) avaliaram a inclusão de 0,5% farinha de castanha (E1) e 0,5% casca de carvalho (E2) em ovos de galinha poedeiras. Os autores concluíram que as galinhas que receberam a suplementação de taninos (E1 e E2) obtiveram melhores parâmetros físicos dos ovos (Unidades Haugh, cor da gema e espessura da casca do ovo) em condições de armazenamento refrigerado.

A suplementação de taninos ou isoflavonas de soja em aves aumentou o ganho de peso corporal, atividade antioxidante e melhor morfologia intestinal. No entanto, poucos estudos testaram a influência dos taninos do dente-de-leão ou da suplementação com isoflavonas de soja em frangos. Li et al. (2023) investigaram os efeitos da suplementação dietética com taninos de dente-de-leão ou isoflavonas de soja no desempenho, função antioxidante e saúde intestinal de galinhas. Os tratamentos incluíram 300 mg/kg de tanino de dente-de-leão (DT1), 500 mg/kg de tanino de dente-de-leão (DT2), 300 mg/kg de isoflavona de soja (SI1) ou 500 mg/kg de isoflavona de soja (SI2). Concluíram que a suplementação dietética com 500 mg/kg de tanino de dente-de-leão ou 300 mg/kg de isoflavona de soja melhorou o crescimento, os índices bioquímicos séricos, a função antioxidante e morfologia intestinal e modulou a composição da microbiota cecal de galinhas.

Com o objetivo de avaliar o efeito da mistura de ervas chinesas (MEC) em dietas para galinhas poedeiras sobre o desempenho, qualidade dos ovos e seus componentes nutricionais e parâmetros bioquímicos sanguíneos, Li et al. (2015) incluíram níveis de 0%, 0,5% e 1,0% de MEC nas rações. Os pesquisadores não observaram efeito no peso dos ovos, mortalidade, espessura da casca, altura do albúmen, unidades Haugh, resistência à quebra da casca e o índice de formato do ovo. Entretanto, houve uma melhora da taxa de postura e a menor taxa de conversão alimentar nos tratamentos com a suplementação de 1,0% de MEC. Concluíram que a suplementação dietética com CHM melhorou a produção e a qualidade dos ovos e reduziu as concentrações séricas de colesterol. A suplementação dietética de 1,0% de MEC em dietas de poedeiras pode ser um meio viável de produzir ovos com menor colesterol e maior teor de fosfolipídios na gema.

3. Considerações finais

Observou-se, ao revisar a literatura publicada, que o crescente interesse por aditivos naturais foi impulsionado pela proibição dos antibióticos, esta que ocorreu em razão das crescentes preocupações dos consumidores. É evidente a existência de uma lacuna a ser preenchida quanto aos tipos de moléculas, diferenciação, identificação e padronização de técnicas de extração e tratamento dos aditivos naturais. Essa necessidade fica evidente visto que existe na literatura resultados controversos. Possivelmente, essa divergência de resultados é em função das particularidades de cada composto natural, local de produção e métodos de extração e tratamento. Por fim, é seguro dizer que em baixas dosagens, os taninos agem como aditivos naturais e proporcionam benefícios aos animais. Entretanto, faz-se necessário mais estudos sobre o modo de

ação, metodologias de extração e tratamentos térmicos, bem como, a elaboração e padronização dos parâmetros de qualidade para a comercialização.

4. Referências

Addisu, S. (2016). Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle; a review. *Online Journal of Animal and Feed Research, Shabestar*, 6 (2),45-56.

Barton, M.D. (2000). Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. *Nutrition Research Reviews*, 13:279–299.

Batiha, G.E.S., Beshbishy, A.M., Wasef, L., Elewa, Y.H.A., El-Hack, M.E.A., Taha, A.E., Al-Sagheer, A.A., Devkota, H.P. & Tufarelli, V. (2020). *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC.: A Review on Chemical Constituents and Biological Activities. *Applied Sciences activities*. 10, 2668.

Bogaard, A.E.V.D., London, N. & Stobberingh, E.E. (2000). Antimicrobial resistance in pig faecal samples from The Netherlands (five abattoirs) and Sweden. *Quimioterapia Antimicrobiana. Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 45(5), 663–671.

Calislar, S. & Demirtas, I. (2017). Effects of Culban Seed (*Vicia Peregrina L.*) on Performance and Egg Characteristics of Laying Hens. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19 (3).

Caprarulo, V., Giromini, C., Rossi, L. (2021). Review: Chestnut and quebracho tannins in pig nutrition: the effects on performance and intestinal health. *Animal The international journal of animal bioscience*, 15, 100064.

Castejon, F.V. (2011). Taninos e saponinas. [Dissertação]. Universidade Federal de Goiás.

Chattopadhyay, M.K. (2014). Use of antibiotics as feed additives: a burning question. *Front Microbiol*, 5, 334.

Constabel, C., Yoshida, K., Walker, V. & Romani, A.V.L., Quideau, S. (2014). Diverse ecological roles of plant tannins: plant defense and beyond. *Recent Advances in Polyphenol Research* 44, 115–142.

Cornescu, G.M., Vlaicu, A. P., Untea, A. E., Panaite, T. D., Oancea, A. & Saracila M. (2022). The effects of diets incorporating natural source of tannins on laying hens' production performances and physical parameters of eggs. *Archiva Zootechnica*, 25(2), 75-85.

Diarra, M. S. & Malouin F. (2014). Antibiotics in Canadian poultry productions and anticipated alternatives. *Frontiers in Microbiology*, 5:282.

Faraha, M.H., Abdallah, F.M., Ali, H.A. & Hernandez-Santana, A. (2017). Effect of dietary supplementation of grape seed extract on the growth performance, lipid profile, antioxidant status and immune response of broiler chickens. *Animal*, 11 (5), 771-777.

Garcia, R.G., Mendes, A.A, Andrade,C., Almeida Paz, I.C.L., Takahashi, S.E., Pelícia, K., Komiyama, C.M. & Quinteiro, R.R. (2005). Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. *Ciência e agrotecnologia* ,29(6),1248-1257.

Godoy, G.L. (2023). Suplementação de tanino de *Acacia Mearnsii* em rações para frangos de corte. [dissertação]. Universidade Federal De Santa Maria.

Gonçalves, F.G., Lelis, R.C.C. & Vieira, M.C. (2017). Utilização do tanino na indústria madeireira. *Engenharia Madeireira: pesquisa e produção*. Rio de Janeiro, 14–33.

Grandis, F.A. (2018). Efeito do tanino condensado e diferentes níveis de suplementação sobre a verminose, metabolismo e desempenho produtivo de ovelhas e seus cordeiros. [Tese]. Universidade Estadual De Londrina.

Jordaan, M. (2013). The analysis of natural and sulfited commercial Quebracho (*Schinopsis Lorentzii*) and Acacia (*Acacia Mearnsii*) Proanthocyanidin Extracts With Electrospray. Ionisation Mass Spectrometry.

Heil, M., Baumann, B., Andary, C., Linsenmair, K.E & Mckey, D. (2002). Extraction and quantification of “condensed tannins” as a measure of plant anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. *The Science of Nature*, 89,519-524.

Huang, Q., Liu X., Zhao, G., Hu, T. & Wang, Y. (2018). Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Animal Nutrition*, 4(2),137-150.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13, DE 30 DE NOVEMBRO DE 2004. Disponível em:<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/IN13atualizada.pdf>.

Junqueira, A.M.R. (2021). Produção Orgânica E Sustentabilidade. In: *Anais do 59º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER) & 6º Encontro Brasileiro de Pesquisadores em Cooperativismo (EBPC)*, Brasília. Anais...Brasília(DF) UnB, 2021.Trabalho n. 343343,p. 21.

Kamboh, A.A. & Zhu, W.Y. (2013). Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plasma anti-oxidative potential, lipid metabolites, and fatty acid composition of meat. *Poultry Science*, 92, 454–461.

Lekha, P.K. & Lonsane, B.K. (1997). Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art. *Advances in Applied Microbiology*, 44, 215-260.

Lemos, A.L., Pires, P.G.P., Albuquerque, M.L., Botaro, V.R., Paiva, J.M.F. & Domingues Júnior, N.S. (2017). Biocomposites reinforced with natural fibers: thermal, morphological and mechanical characterization. *Revista matéria*, 22(2).

Li, X., Sun, R., Liu, Q., Gong, Y., Ou, Y., Qi, Q., Xie, Y., Wang, X., Hu, C., Jiang, S., Zhao, G. & Wei, L. (2022). Effects of dietary supplementation with dandelion tannins or soybean isoflavones on growth performance, antioxidant function, intestinal morphology, and microbiota composition in Wenchang chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 1073659.

Lipiński, H., Mazur, M., Antoszkiewicz, Z. & Purwin, C. (2017). Polyphenols in monogastric nutrition – a review. *Animal Science*, 17(1): 41–58. 675.

Liu, S., Wang, K., Lin, S., Zhang, Z., Cheng, A., Hu, S., Hu, H., Xiang, J., Chen, F., Li, G. & Si, H. (2023). Comparison of the Effects between Tannins Extracted from Different Natural Plants on Growth Performance, Antioxidant Capacity, Immunity, and Intestinal Flora of Broiler Chickens. *Antioxidants*, 12(2), 441.

Mahfuz, S., Shang, Q. & Piao, X. (2021). Phenolic compounds as natural feed additives in poultry and swine diets: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 48.

Marzoni, M., Castilho, A., Franzoni, A., Nery, J., Ricardo, F., Romboli, J. & Schiavone, A. (2020). Effects of Dietary Quebracho Tannin on Performance Traits and Parasite Load in an Italian Slow-Growing Chicken (White Livorno Breed). *Animals*, 10, 684- 695.

Minieri, S., Buccioni, A., Serra, A., Galigani, I., Pezzati, A., Rapaccini, S. Antongiovanni, M. (2016). Nutritional characteristics and quality of eggs from laying hens fed on a diet supplemented with chestnut tannin extract (*Castanea sativa* Miller). *British Poultry Science*, 57(6), 824-832.

Monteiro, J.M., Albuquerque, I.U.P., Araújo, E.L. & Amorim, E.L.C. (2005). Taninos: Uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova*, 28(5), 892–896.

Moyle, J.R., Burke, J.M., Fanatico, A., Mosjidis, J.A., Woo-Ming, A., Donoghue, D.J. & Donoghue, A.M. (2012). Palatability of tannin-rich sericea lespedeza fed to broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 21 (4), 891–896.

Mueller-Harvey, I. & McAllan, A.B. (1992). Tannins – their biochemistry and nutritional properties. *Advances in Plant Cell Biochemistry and Biotechnology*, 1, 151–217.

Nakamura, Y., Tsuji, S. & Tonogai, Y. (2003). Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, online, 51 (1), 331-339.

Naumann, H.D., Tedeschi, L.O., Zeller, W.E., & Huntley, N.F. (2017). The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions [review]. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46, 929–949.

Ogawa, S & Yazaki, Y. (2018). Tannins from *Acacia mearnsii* De Wild. Bark: Tannin Determination and Biological Activities. *Molecules*, 23, 837.

Patra, A.K. & Saxena, J. (2011). Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 91(1):24-37.

Poletti, B. (2022). Uso de extrato de *Acacia mearnsii* (acácia negra) na alimentação de não-ruminantes. [Tese]. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul.

Rezar, V. & Salobir, J. (2014). Effects of tannin-rich sweet chestnut (*Castanea sativa* mill.) wood extract supplementation on nutrient utilisation and excreta dry matter content in broiler chickens. *European Poultry Science*, 78,1-10.

Schwarz, S., Werckenthin, C. & Kehrenberg, C. (2000). Identification of a plasmid-borne chloramphenicol-florfenicol resistance gene in *Staphylococcus sciuri*. *Antimicrob. Agents Chemother*, 44, 2530–2533.

Sorum, H., Sunde, M. (2001). Resistance to antibiotics in the normal flora of animals, *Veterinary Research* 32, 227–41.

Sumiati, S., Darmawan, A. & Hermana, W. (2020). Performances and egg quality of laying ducks fed diets containing cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf meal and golden snail (*Pomacea canaliculata*). *Tropical Animal Science Journal*, 43, 227–232.

Tong, Z., Lei, F., Liu, L., Wang, F & Guo, A. (2021). Effects of *Plotytarya strohilacea* Sieb. et Zuce Tannin on the Growth Performance, Oxidation Resistance, Intestinal Morphology and Cecal Microbial Composition of Broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, 8.

Vieites, F.M., Souza, C.S., Castro, A.C.S., Júnior, A.M.M., Ferreira, M.H., Ferreira, S.E.; Varella, G.O. & Oliveira, G.P. (2020). Zootechnical additives in feed for swine – Review. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 45880-45895.

Waghorn, G. (2008). Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for

sustainable sheep and goat production—Progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, 147,116–139.

Warreham, C.N., Wiseman, J. & Cole, D.J.A. (1994). Processing and antinutritive factors in feedstuffs. *Principles of pig sciences*, 427.

Yeshi, K., Crayn, D., Ritmejeryt, E. & Phurpa, W. (2022). Plant secondary metabolites produced in response to abiotic stresses has potential application in pharmaceutical product development. *Molecules*, 27, 313.

II - OBJETIVOS GERAIS

Estudar o efeito da inclusão de taninos (condensado e hidrolisado) na alimentação de poedeiras, sobre a produção, atividade antioxidante, morfometria intestinal e digestibilidade.

2.1 Objetivos específicos

- 1.1. Avaliar o desempenho produtivo, qualidade interna e externa do ovo e perfil bioquímico sérico durante o ciclo produtivo de poedeiras.
- 1.2. Estudar o efeito dos taninos na atividade antioxidante e morfometria intestinal de poedeiras.
- 1.3. Avaliar o teor de matéria seca das excretas de poedeiras.
- 1.4. Determinar a metabolizabilidade das dietas contendo taninos hidrolisado e condensado para poedeiras.

III. INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE TANINOS NO DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS E NA MORFOMETRIA INTESTINAL DE POEDEIRAS

Artigo redigido conforme as normas da revista British Poultry Science

RESUMO

1. Foram avaliados os efeitos da inclusão de tanino hidrolisado de Castanha Portuguesa (*Castanha Sativa*) e condensado de Quebracho (*Schinopsis Lorentzii*) na alimentação de poedeiras sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovos, bioquímica sérico, atividade antioxidante na gema e fígado, peso dos órgãos e morfometria intestinal.
2. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 5 dietas sendo: Controle negativo (CN) (ração basal); Tratamento 2 - Controle positivo (CP) (ração basal + virginamicina); Tratamento 3 – (0,5 TanH) Ração basal + 0,5 kg/ton de TanH; Tratamento 4 – (1,0 TanH) Ração basal + 1 kg/ton de TanH; Tratamento 5 – (1,0TanC) Ração basal + 1kg/ton de TanC, 10 repetições de 6 aves Hy-line W36 com 76 semanas.
3. Os taninos não causaram efeito significativo ($P>0,05$) nas variáveis de desempenho e qualidade de ovos. A adição de taninos não influenciou na resistência da casca do ovo (dureza e fraturabilidade da casca). A inclusão de taninos 1,0TanH aumentou os níveis de coletrol, albumina, triglicerídios e proteínas totais. Os valores de albumina e triglicerídios diminuíram no sangue das aves com o controle negativo. Ocorreu uma diminuição no teor de proteína total com a inclusão de 1,0 de TanC.
4. A inclusão de 1,0TanH reduziu a peroxidação lipídica da gema e fígado ($p<0,05$) e o controle negativo obteve as maiores médias para a concentração de malonaldeído (MDA) nas gemas e no tecido hepático. Não houve efeito dos tratamentos para altura, largura e área de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta das aves. Em relação aos pesos relativos dos órgãos

e o comprimento do intestino, também não foi observado efeito significativo.

5. A inclusão de 1,0TanH reduz a peroxidação lipídica na gema e no fígado e melhora a bioquímica sérica de poedeiras sem efeitos negativos no desempenho e qualidade de ovos Hy-line W36 entre 76-91 semanas de idade.

Palavras chaves: antibióticos, antioxidante, produtos naturais, tanino condensado e tanino hidrolisado.

ABSTRACT

1. The effects of including hydrolyzed tannin from Portuguese chestnut (*Castanha Sativa*) and Quebracho condensate (*Schinopsis Lorentzii*) on feed of laying hen on productive performance, egg quality, serum biochemistry, antioxidant activity in yolk and liver, organ weight, and intestinal morphometry were evaluated.

2. A completely randomized design was used, with 5 diets: Negative control (NC) (basal feed); Treatment 2 - Positive control (PC) (basal feed + virginamycin); Treatment 3 - (0.5 TanH) Basal feed + 0.5 kg/ton of TanH; Treatment 4 - (1.0 TanH) Basal feed + 1 kg/ton of TanH; Treatment 5 - (1.0TanC) Basal feed + 1 kg/ton of TanC, 10 replicates of 6 Hy-line W36 birds aged 76 weeks.

3. Tannins had no significant effect ($P>0.05$) on performance and egg quality variables. The tannin addition had no influence on eggshell strength (shell hardness and fracturability). The inclusion of 1.0TanH tannins increased the levels of cholesterol, albumin, triglycerides, and total proteins. Albumin and triglyceride levels decreased in the blood of birds with negative control. There was a decrease in the total protein content with the addition of 1.0 TanC.

4. The inclusion of 1.0TanH reduced lipid peroxidation in the yolk and liver ($p < 0.05$) and the negative control obtained the highest average concentration of malonaldehyde (MDA) in the yolk and liver tissue. There was no effect of the treatments on the height, width, and area of the villi, crypt depth and villus: crypt ratio of the birds. There was also no significant effect on the relative weights of the organs and the length of the intestine.

5. The inclusion of 1.0TanH reduces lipid peroxidation in the yolk and liver and improves the serum biochemistry of the layers without negative effects on performance and egg quality Hy-line W36 between 76-91 weeks of age.

Key words: antibiotics, antioxidant, natural products, condensed tannin and hydrolyzed tannin.

1. INTRODUÇÃO

A nutrição animal vem sendo modificada ao longo dos anos devido a busca por melhores alimentos para se obter melhores resultados na produção animal. A utilização de aditivos alimentares vem se destacando no mercado, visto que, eles melhoram a qualidade dos alimentos para os animais e aumentam o seu aproveitamento, desta forma, possibilita os animais a expressarem seu máximo potencial genético sem detrimento da saúde (Youssef, 2021).

Os aditivos têm se destacado no mercado avícola, principalmente os fitogênicos. A expansão da utilização e pesquisa de fitogênicos tem crescido em decorrência das proibições realizadas nas últimas décadas aos antimicrobianos utilizados na produção animal, bem como, em virtude do aumento do conhecimento relacionado a produtos naturais (Poletti, 2022).

Os aditivos fitogênicos são compostos derivados de plantas e ervas, os quais apresentam

elevados níveis de compostos bioativos que participam do metabolismo secundário das plantas (Lipori, 2019). Estes compostos são adicionados na dieta com o objetivo de melhorar os índices zootécnicos, por meio da melhora do sistema imune, da diminuição de agentes patogênicos e da ação antioxidante. Dentre os compostos fitogênicos, os taninos são substâncias presentes em castanhas, sementes e caules verdes, possuem sabor amargo que, com sua adstringência, tem a função de proteger plantas e frutos dos animais silvestres. Quimicamente, podem formar ligações e se precipitar com vários tipos de proteínas, aminoácidos e polissacarídeos. São divididos em taninos hidrolisáveis (TanH) e condensados. Os TanH possuem um núcleo central de carboidrato, de moléculas menores e são mais facilmente degradados. Estão presentes em pequenas concentrações nas plantas e podem ser encontrados em plantas como carvalhos, acácia, eucaliptos e em uma variedade de folhas de árvores (Addisu, 2016). Por sua vez, os taninos condensados são moléculas maiores e de difícil degradação, em virtude de possuírem uma estrutura química condensada, o que confere maior resistência à degradação. Estes taninos são mais resistentes às substâncias básicas, ácidas e esterases quando comparado aos hidrolisáveis (Addisu, 2016).

Os taninos são amplamente conhecidos, porém, no passado, foram erroneamente descritos como somente componentes indigestíveis. Contudo, a utilização em baixas concentrações (0,1 e 40 g/kg) apresentam resultados benéficos como melhora da peroxidação lipídica, desempenho produtivo e podem substituir os antibióticos. Diante disto, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de taninos hidrolisado e condensado sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovos, perfil bioquímico sérico, atividade antioxidante, peso dos órgãos e saúde intestinal de galinhas poedeiras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Experimentação da Universidade Estadual de Maringá, PR, (número 4917150623).

2.1 Animais, instalação e manejo

O presente estudo foi desenvolvido no setor de avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá – UEM/Maringá, Paraná. Foram utilizadas 300 galinhas de postura da linhagem Hy-Line W-36, com 76 semanas de idade, com produção média de 92,55% de ovos. As aves foram selecionadas pela idade, lote e produção de ovos. Foi utilizado um galpão de alvenaria, dotado de gaiolas de postura convencional (50cm × 45cm × 45cm), dispostas em duas fileiras sobrepostas, com comedouro tipo calha e bebedouro tipo *nipple*. A alimentação e a água foram fornecidas *ad libitum* e o programa de luz adotado foi de 17 horas de luz (natural e artificial) durante todo o período experimental. O período experimental teve duração de 112 dias, divididos em 4 ciclos de 28 dias cada. A temperatura e umidade relativa do ar foram medidas diariamente durante todo o período experimental, por meio de termohigrômetro, registrando as médias das temperaturas máxima (31,37°C) e mínima (19,35°C), assim como as umidades relativas máxima (84,68%) e mínima (54,17%), o experimento ocorreu nos meses de março a junho.

2.2 Delineamento e dietas experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (dietas), 10 repetições (gaiolas), e cada unidade experimental com 6 aves. As dietas foram formuladas com a inclusão de tanino hidrolisado da Castanha Portuguesa (*Castanha Sativa*) (TanH) e tanino condensado de Quebracho (*Schinopsis Lorentzii*) (TanC). Os tratamentos foram

compostos da seguinte forma: Tratamento 1 - Controle negativo (CN) (ração basal); Tratamento 2 - Controle positivo (CP) (ração basal + virginamicina); Tratamento 3 – (0,5TanH) Ração basal + 0,5 kg/ton de tanino hidrolisado (TanH); Tratamento 4 – (1,0TanH) Ração basal + 1 kg/ton de TanH; Tratamento 5 – (1,0TanC) Ração basal + 1kg/ton de tanino condensado (TanC). As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1).

2.3 Desempenho produtivo e qualidade dos ovos

O desempenho produtivo foi calculado por meio do consumo médio de ração/ave, conversão alimentar (kg de ração/kg de massa de ovo), taxa de produção de ovos e massa de ovo. Foram avaliados em cada ciclo produtivo o consumo de ração (CR, g/ave), massa de ovos (MO/g) e conversão alimentar (CA, g/g e g/dúzia).

Nos últimos três dias de cada ciclo, três ovos foram selecionados por unidade experimental com base no peso médio, totalizando 30 ovos por tratamento, para avaliar as seguintes variáveis: peso médio dos ovos (g), gravidade específica (g/ml), índice de gema (%) (IG), unidade haugh (UH), % de casca, % de gema, % de albúmen, peso de casca por superfície de área (g), espessura da casca (mm) e coloração da gema. Antes do início das análises todos os ovos foram identificados de acordo com o tratamento e suas respectivas repetições.

A gravidade específica foi obtida emergindo todos os ovos em solução salina com a densidade variando de 1,060 a 1,090 g/cm³, com intervalo de 0,05, de acordo com a metodologia de Pym (1969), obtendo a densidade através da flutuação na respectiva solução. Para as análises de qualidade interna, os ovos foram pesados individualmente em balança semianalítica ($\pm 0,0001$ g), quebrados e sob uma superfície plana de vidro foi realizada a determinação da altura de albúmen, gema e mensuração do diâmetro da gema. Na determinação da altura da gema e albúmen (mm) foi utilizado um paquímetro digital ($\pm 0,05$ mm) acoplado a um tripé metálico. A altura da gema foi medida posicionando o paquímetro bem ao centro da gema, e a altura do

albúmen no ponto mais próximo da gema. O diâmetro da gema (mm) foi medido com o auxílio de um paquímetro digital e representado pela média de duas mensurações transversais da gema e albúmen. O peso do albúmen foi obtido subtraindo o peso do ovo, da gema e da casca, e sua porcentagem foi dada pela diferença dos demais $\times 100$.

Posteriormente, com esses dados foi calculada a unidade Haugh: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, em que H é a altura do albúmen (mm) e W é o peso do ovo (g) e o índice de gema, obtido por: $IG = (\text{altura de gema (mm)} / \text{diâmetro de gema (mm)}) \times 100$. A coloração da gema foi determinada através de um colorímetro Minolta CR-400, no sistema CIELab, previamente calibrado em superfície branca. Foram avaliados os valores de cor: a^* , b^* e L. Sendo o valor de a^* a captação da cor na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), o valor b^* coloração no intervalo do espectro amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$), e o valor de L fornece a luminosidade, que varia do branco ($L=100$) ao preto ($L=0$).

As cascas foram lavadas e colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, em seguida foram pesadas em balança de precisão digital e realizada a mensuração para determinação da espessura da casca com o auxílio de micrômetro digital (Mitutoyo Co, Modelo &00s, Kawasaki, JP), as medidas de espessura foram realizadas em três pontos distintos na região equatorial.

2.4 Coleta de amostras de sangue e peso das vísceras

Ao final do período experimental foram selecionadas aleatoriamente 10 aves por tratamento, uma de cada unidade experimental. As aves foram pesadas, e foi colhido todo o volume sanguíneo possível por venopunção. O sangue coletado foi centrifugado a 3.000 rpm por 15 minutos para obtenção de 2 mL de soro sanguíneo. Em seguida, este foi congelado a -20°C . As amostras de soro foram submetidas à determinação das concentrações de albumina (Alb), proteína, colesterol total e triglicerídeos. Foram utilizados kits comerciais (Gold analisa)

segundo os procedimentos operacionais padrões descritos nos mesmos.

As mesmas poedeiras utilizadas na coleta de sangue foram anestesiadas e sacrificadas por deslocamento cervical. O fígado (após a passagem foi coletado e armazenado em freezer -80 para a análise de peroxidação lipídica), coração, baço, moela, intestino delgado, proventrículo e pâncreas foram isolados e pesados (balança digital semianalítica com precisão de 0,01g). Com base no peso vivo foi determinado o peso relativo das vísceras coletadas, conforme o modelo a seguir:

Peso relativo do órgão: $100 \times (\text{Peso do órgão} / \text{Peso da ave viva (g)})$.

2.5 Histomorfologia intestinal

No momento do abate, um segmento do intestino delgado (jejuno) de 10 aves/trata medindo cerca de 2 centímetros foi coletado e conservado em frasco contendo solução de formol a 10%, identificado e armazenado para posterior preparação e análise. Este material foi processado seguindo a metodologia descrita por Junqueira (2008), na qual as amostras passaram pelos procedimentos de clivagem, fixação, blocagem, cortes, coloração e montagem de lâminas.

No processo de clivagem os segmentos foram cortados em 2 pedaços de aproximadamente 5mm de comprimento. Na fixação, o material foi desidratado, submetido a diferentes concentrações crescentes de álcool e clarificado por xilol, impregnados e incluídos em parafina em diferentes etapas. Na blocagem, o material foi inserido em parafina e, em seguida, foram cortados em 5µm de espessura com o auxílio do micrótomo manual Leica® RM 2125 RT, específico para cortar tecidos em parafinas. As lâminas foram coradas a partir de hematoxilina e eosina.

Para cada segmento, foram feitas fotomicrografias digitais com a objetiva de 4x, com o uso de um microscópio (Motic BA400) acoplado a uma câmera digital de alta resolução e *software* para captura de imagens. Em seguida, foram quantificadas as alturas e profundidades

de 10 vilosidades e 10 criptas intestinais, respectivamente, por tratamento, com auxílio do *software* ImageJ (NIH, USA). As vilosidades foram selecionadas com base em sua integridade estrutural e posicionamento do corte histológico, que deve ocorrer ao centro da estrutura. A partir das mensurações dos vilos e das criptas, utilizou-se uma fórmula para avaliar a área de superfície de absorção dos segmentos seguindo a fórmula:

$$AV = 2\pi \times (\text{LARGV}/2) \times \text{ALTV}$$

onde LARGV = largura das vilosidades e ALTV = altura das vilosidades.

2.6 Peroxidação lipídica

A peroxidação lipídica foi determinada na gema e no fígado pela determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) que mensura a produção de malonaldeído (MDA), de acordo com metodologia adaptada de Vital et al. (2016). Para a gema foram utilizados 30 ovos/trata para obtenção de 10 pool/trata. Para o fígado foram utilizados 10 amostras por tratamento. Todas as amostras de gema e fígado foram armazenadas em freezer -80 e utilizadas congeladas para análise de peroxidação lipídica. Após a pesagem, as amostras de gema e fígado foram misturadas em solução de Ácido Tricloroacético (TCA) (15% TCA, 0,1% ácido etilenodiamino tetra-acético e 0,1% ácido gálico) (1:19, m/v) e centrifugado a 4°C por 15 min a 3.000 rpm (MPW Med. Instruments, MPW-351R, Varsóvia, PL) sendo então o sobrenadante coletado. Em tubo protegido da luz, adicionou-se a solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) (1% TBA, 562,5 µM HCl e 15% TCA, em água destilada) e extrato (1:1, v/v), seguido de banho fervente durante 15 minutos a 100°C. Após o banho, as amostras foram resfriadas e realizou-se leitura em espectrofotômetro (Thermo Scientific™, Evolution™ 212 300 UV-VIS, Waltham, USA) a 532 nm de comprimento de onda. Obtendo o resultado de TBARS expresso em µg e MDA/g de tecido calculado usando curva padrão de 1,1,3,3-tetrametoxipropano 1mM como padrão.

2.7 Resistência à quebra

Com 84 semanas de idade, 3 ovos/gaiola foram analisados para a resistência à quebra da casca, realizada em uma prensa para Ensaio de Resistência à compressão não confinada em corpos de prova de solos coesivos e os valores expressos em grama força (gf). O aparelho foi um texturômetro, onde os ovos foram posicionados na plataforma plana do equipamento, sendo os ovos dispostos sempre na mesma orientação vertical. Os parâmetros aplicados foram de 4,0 mm/Segundo com carga trigger de 7g, a velocidade do teste 1,0 mm/Segundo e a probe utilizada foi a TA7 do dispositivo Ta-R7-kit. Foram determinadas a dureza (resistência a deformações permanentes) e fraturabilidade (suscetibilidade à fratura e deformabilidade antes da ruptura).

2.8 Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilks e à análise de variância utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS®), pelo Teste de Tukey, com nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS

3.1 Desempenho Produtivo e qualidade de ovos e coloração da gema

Não houve efeito na inclusão de tanino hidrolisado ou condensado ($p > 0,05$) sobre a taxa de postura, consumo de ração diário, conversão alimentar (g/g e g/dúzia) e massa de ovos, tendo valores médios de 86,73; 104,22; 1,77; 1459,87; e 57,77 respectivamente (Tabela 2). Durante todo o período experimental (76-91 semanas), a taxa de postura se manteve acima de 80% em todos os tratamentos.

Os taninos não exerceram efeito sobre os parâmetros de qualidade dos ovos ($p > 0,05$), os resultados estão apresentados na Tabela 2. Os valores médios dos parâmetros foram 66,63 (peso do ovo), 8,78 (% de casca), 26,82 (% de gema), 64,42 (% de albúmen), 371,72 (EC), 1077,19

(GE), 92,87 (UH) e 0,442 (IG).

Não foram apresentadas diferenças significativas ($p>0,05$) sobre a dureza e fraturabilidade da casca. Os valores médios foram de 3475,69g para dureza e 3299,91g para fraturabilidade (Tabela 2).

3.2 Bioquímica sérica

O fornecimento de 1,0TanH na dieta resultou no aumento dos níveis de colesterol, albumina e triglicerídeos (3,6; 1,14 e 1536,60 mg/dL). O tratamento CP apresentou o menor valor de colesterol (1,68 mg/dL) e o controle negativo os menores valores de albumina e triglicerídeos (0,48 e 1006,20 mg/dL respectivamente). Para os níveis de proteína, o tratamento 1,0TanC apresentou o menor valor (2,66 mg/dL), e o tratamento 1,0TanH o maior valor (3,52 mg/dL) (Tabela 3).

3.3 Valor de TBARS

Os resultados encontrados para peroxidação lipídica na gema do ovo e no tecido hepático das aves são apresentados na tabela 4. A concentração de malonaldeído (MDA) nas gemas e no tecido hepático no tratamento 1,0TanH apresentou as menores médias ($p<0,05$) e o controle negativo as maiores médias, se diferindo estatisticamente.

3.4 Morfologia intestinal

A suplementação com taninos não afetou significativamente ($p>0,05$) a altura, largura e área de vilos, profundidade de cripta e relação vilos:cripta das aves. Os valores observados estão apresentados na tabela 5.

3.5 Peso relativo dos órgãos das aves

Não foi observado nenhum efeito significativo ($p>0,05$) entre os diferentes tratamentos sobre os pesos relativos dos órgãos (intestino delgado, moela, fígado, proventrículo, pâncreas,

coração e baço) e o comprimento do intestino (Tabela 6).

4. DISCUSSÃO

O uso de antibióticos como promotores de crescimento na produção animal mostrou-se prejudicial à saúde humana. Portanto, é necessário implementar métodos alternativos e inovadores para aumentar a produção animal. A literatura relata dados controversos sobre os efeitos dos taninos na alimentação de aves, isso ocorre em função da dose de inclusão, bem como, as particularidades de cada tanino nos ensaios, em decorrência da sua estrutura química e solubilidade. No presente estudo, galinhas poedeiras com 76 semanas de idade foram selecionadas como modelos para avaliar os efeitos da suplementação dietética de taninos hidrolisado de castanha portuguesa (*Castanha sativa*) e tanino condensado de quebracho (*Schinopsis lorentzii*).

4.1 Desempenho produtivo e qualidade de ovo

De acordo com as poucas informações sobre o uso de tanino na alimentação de aves, os níveis de suplementação de produtos secos e extratos vegetais nas dietas de aves variam entre 0,1 e 40 g/kg (Marzoni et al., 2020). As inclusões, nesse experimento, de castanha portuguesa e de Quebracho faziam parte deste intervalo e foram consideradas aceitáveis. Neste estudo, o uso de taninos na dieta não resultou em efeito significativo ($p > 0,05$) sobre a taxa de postura, consumo de ração diário, conversão alimentar (g/g e g/dúzia) e massa de ovos de poedeiras. Os resultados foram consistentes com o estudo de Minieri et al. (2016), que utilizou dieta com 2g de extrato comercial de tanino de castanha e não registrou diferenças na produção e no peso dos ovos.

Os taninos selecionados para o presente estudo foram extraídos da castanha portuguesa e de quebracho. É importante destacar que ao avaliar os efeitos dos taninos, é essencial conhecer a

sua origem e estrutura. Além disso, alguns autores sugerem que o fornecimento de baixas concentrações de taninos podem melhorar a palatabilidade dos alimentos e aumentar o desempenho de monogástricos estimulando a ingestão (Windisch e Kroismayr 2006).

No entanto, no presente estudo, o consumo de ração não foi influenciado pelo nível de tanino na dieta. Isso ocorreu possivelmente em razão das aves possuírem um baixo número de papilas gustativas quando comparadas a outros animais. Deste modo, a adstringência (um dos fatores antinutricionais mais comuns em taninos) não foi um fator limitante no consumo e conseqüentemente, no desempenho. Vale salientar que o efeito negativo dos taninos é dependente das concentrações dietéticas, fontes de taninos, composição química e estrutura (Huang et al., 2018).

Os dados de Huang são corroborados por Moyle et al. (2012), que ao incluir 5, 10 ou 20% de folhas secas e trituradas de *Sericea lespedeza* (tanino condensado) na dieta de frangos de corte, não observou diferença no consumo de ração entre os grupos estudados, demonstrando que a adstringência do tanino não interferiu neste parâmetro zootécnico. Porém, observou uma redução no ganho de peso dos grupos 10 e 20%, validando assim, que os taninos não são antinutricionais, mas em excesso desencadeiam efeitos negativos aos animais.

Essa equivalência de desempenho zootécnico entre as aves que receberam taninos e as aves que receberam a ração controle e com a adição do promotor de crescimento (virginamicina) é explicada pela saúde intestinal das aves, consumo de ração e nível de inclusão. O equilíbrio destes três pontos possibilitou o consumo e aproveitamento dos nutrientes requeridos para a boa manutenção e produção.

Na presente investigação, características de qualidade dos ovos, 66,63 (peso do ovo), 8,78 (% de casca), 26,82 (% de gema), 64,42 (% de albúmen), 371,72 (EC), 1077,19 (GE), 92,87 (UH), 0,442 (IG) e a cor não foram afetadas negativamente pela inclusão de taninos na dieta. A cor amarela da gema é resultado do acúmulo de luteína e zeaxantina nas dietas (Oliveira e

Rodríguez-Amaya, 2007). As quais precisam ser suplementadas para aves, uma vez que as mesmas não sintetizam.

Assim como neste estudo, Antongiovanni et al. (2020) e Chamorro et al. (2015) não relataram efeitos no peso do ovo e na cor da gema das poedeiras. Poletti (2022), ao trabalhar com extrato de acácia negra, observou resultados semelhantes para o percentual de casca, densidade específica e espessura da casca sem diferença estatística. Minieri et al. (2016), ao trabalharem com extrato de tanino de castanha, não observaram efeito na qualidade dos ovos.

Na coloração da gema não foi observado diferença, o mesmo foi observado por Minieri et al. (2016) que ao suplementarem com extrato de tanino de castanha (CTE) não observaram descoloração, o que sugere que o CTE não interferiu no metabolismo do pigmento, da mesma forma que os taninos do presente estudo não interferiram na coloração da gema. Possivelmente, os níveis de inclusão dos taninos não detinham níveis de carotenoides suficientes para causar efeito, isso explica a cor da gema não ter aumentado com a adição de taninos.

A idade e a nutrição das poedeiras são dois fatores que podem interferir na qualidade da casca do ovo, afetando a espessura, peso e resistência (Roberts, 2004). A morfologia dos cristais da casca do ovo pode ser afetada por questões como: botão mamilar, posição inicial da calcificação da casca do ovo e o espaçamento entre seus locais centrais. Segundo Zhang et al. (2021), a diminuição da espessura mamilar e da largura do botão mamilar aumenta a resistência à ruptura da casca do ovo, o que também é fortemente associado à espessura efetiva.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) sobre a dureza e fraturabilidade da casca. Desta forma, é compreendido que os taninos não interferem na espessura mamilar e na largura do botão mamilar, e por isso não foi verificado diferença entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram relatados por Li et al. (2016) e Yan et al. (2014), que não observaram efeito significativo nos valores médios de resistência à quebra dos ovos, quando fizeram a inclusão de misturas de ervas chinesas e ginseng selvagem, respectivamente, nas dietas de poedeiras.

4.2 Bioquímica sérica

Os resultados da presente pesquisa mostraram que a inclusão de taninos na alimentação de galinhas poedeiras afetou significativamente os parâmetros bioquímicos do sangue. O fornecimento de 1,0TanH na dieta resultou no aumento dos níveis de colesterol, albumina, triglicerídeos e proteína (3,6; 1,14, 1536,60 e 3,52 respectivamente).

A presença de polifenóis na dieta afeta os teores de colesterol e as suas atividades. Infelizmente, poucos estudos foram realizados sobre o efeito dos TanH e TanC no metabolismo do colesterol de galinhas. Na literatura, vários ensaios demonstraram que o consumo constante de polifenóis hidrolisáveis contribui para a redução da concentração sérica de colesterol em monogástricos, incluindo humanos. Porém, o TanH do presente estudo possui baixo teor de ácido gálico, que possui um papel inibitório na biossíntese ou absorção do colesterol. Com isso, não foi observado uma diminuição nos teores de colesterol (Kobayashi e Ikeda, 2017).

O perfil lipídico plasmático pode ser atribuído à sua fração de fibra solúvel e aos componentes polifenólicos. A atividade redutora do colesterol dos compostos polifenólicos da uva e de seus produtos derivados pode estar associado a uma diminuição na absorção de colesterol através da ligação dos ácidos biliares e inibição da atividade do colesterol esterase e pancreático, aumento da excreção de ácidos biliares, alterações no metabolismo das lipoproteínas e a inibição da oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL) (Kim et al., 2014).

O aumento da albumina está relacionado ao aumento dos teores de proteína do sangue, visto que a albumina representa de 40 a 50 % das proteínas totais. Segundo Hasseine-Vashan et al. (2019), a albumina tem uma maior atuação no metabolismo das aves na fase de produção, sendo a albumina plasmática responsável pelo transporte de cálcio, hormônios e ácidos graxos na corrente sanguínea, melhorando assim a produção de ovos.

O baixo teor de albumina no sangue é utilizado como indicador da presença de substâncias tóxicas, como isotiocianato e cianetos glicosídeos. Com o aumento do teor de

albumina no presente estudo comprova-se que os taninos não possuem essas substâncias. Quando presente nos alimentos essas substâncias podem se ligar à enzima mirosinase que produzem compostos por meio da atividade goitrogênicas, interferindo no metabolismo do iodo e outros processos metabólicos, causando assim a mobilização de proteína mediada pelo estresse para mitigar a condição adversa, causando uma diminuição no teor de albumina, fato este não observado nesse trabalho (Asare, et al., 2012). Além disso, o aumento da albumina pode estar associado à prevenção da formação dos radicais livres em estruturas plasmáticas como a membrana dos eritrócitos em associação com íons metálicos, por meio da quelação dos íons metálicos implicados em processos oxidativos (Frei, 1999).

O aumento dos níveis de triglicerídeos pode ocorrer em decorrência da ausência dos isoflavonas, principalmente genisteína e daidzeína, estas atuam nos receptores de estrógenos dentro da célula, de maneira semelhante ao estradiol, que atua no metabolismo hepático, causando a diminuição da quantidade de colesterol e triglicerídeos no soro (Esteves et al., 2001). Os taninos possuem uma grande quantidade de compostos com capacidade antioxidante, como é o caso do resveratrol, potente composto fenólico que pode atuar sobre os parâmetros bioquímicos séricos sanguíneos (Schamtz et al., 2012) e como modulador dos processos do metabolismo dos lipídios e distúrbios metabólicos

A proteína do sangue, em aves, é um indicador importante para avaliar o estado de saúde e está envolvida em muitas funções fisiológicas e na homeostase, portanto sua presença no sangue representa um importante parâmetro de avaliação (Piotrowska et al., 2011). As concentrações normais de proteína bruta em aves variaram entre 2,5-5,5 g (Scanes, et al., 2015). Todos os tratamentos se enquadram neste intervalo, porém, com a inclusão do TanC foi observado uma diminuição do teor de proteína quando comparado ao TanH nos diferentes níveis. O mesmo foi observado por Mazoni et al. (2020), que ao incluírem 2% de tanino condensado de Quebracho para fêmeas de 35 dias de idade da raça White Livorno, raça local italiana e de

crescimento lento, observaram valor significativamente menor nos teores de proteínas em comparação ao tratamento controle. É amplamente conhecido que os taninos podem tornar os constituintes dos alimentos menos digeríveis, ligando-se a eles e, especialmente à absorção de proteínas, pode ser reduzida (Jansman, 1993), e esta pode ter sido a causa do menor nível de proteína no tratamento com a adição de tanino condensado, tendo em vista que no presente estudo foi utilizado o mesmo tanino.

4.3 Peroxidação lipídica

Os resultados de peroxidação lipídica do presente estudo comprovam o efeito antioxidante dos taninos, em razão do aumento da atividade das enzimas antioxidantes, o que fez com que ocorresse uma diminuição dos valores de MDA da gema e do fígado das poedeiras em todos os tratamentos com a inclusão de tanino, independentemente do percentual de incremento. Este resultado foi observado em razão dos taninos possuírem a capacidade de diminuir a velocidade da oxidação por meio da inibição da produção ou dos efeitos deletérios dos radicais livres, uma vez que possuem em sua composição compostos fenólicos.

Conforme relatado por Marshall e Roberts (2013), a inclusão de tanino na dieta pode poupar antioxidantes nutritivos durante o processo digestivo, bem como, pode proteger proteínas, carboidratos e lipídios no trato digestivo contra danos oxidativos durante a digestão. Resultados semelhante foram observados por Kaya et al. (2014) ao estudarem os efeitos da inclusão de semente de uva ou extrato de semente de uva em dietas de poedeiras. Assim, estes resultados sugerem que os taninos utilizados neste estudo têm a capacidade de estimular enzimas antioxidantes, reduzir o estresse oxidativo, como também, atenuar a concentração de malondialdeído na gema e fígado.

Os taninos possuem forte atividade antioxidante o que faz com que exerçam efeitos protetores através de atividades quelantes de metais, ativando enzimas antioxidantes, reduzindo os

radicais a-tocoferil, mitigando o estresse oxidativo causado pelo óxido nítrico e aumentando as concentrações de antioxidantes de baixo peso molecular e ácido úrico (Brenes et al., 2016). Já o poder redutor dos taninos, ocorre devido estes possuírem em sua composição as proantocianidinas, catequinas, epicatequina, e a procianidina, que ajudam na eliminação de espécies reativas de oxigênio e modulação de antioxidantes enzimáticos em animais (Choi et al., 2020). Além disso, é importante destacar que a ocorrência de um desequilíbrio entre oxidantes e antioxidantes em poedeiras faz com que espécies reativas de oxigênio sejam produzidas em excesso, o que pode causar prejuízos à saúde intestinal e desencadear inflamações (Nawab et al., 2018).

4.4 Morfologia intestinal

No presente estudo não foi detectado efeito dos taninos na altura das vilosidades, profundidade das criptas e na relação vilo:cripta. As inclusões utilizadas não causaram danos ao intestino. Resultados semelhantes foram observados por Marzoni et al. (2020) ao analisarem o alongamento do intestino em galinhas em crescimento após 20 semanas de inclusão de tanino condensado. Isso ocorreu em virtude de os taninos não terem causado efeitos negativos na altura e perímetros das vilosidades por não apresentarem substâncias tóxicas que afetassem a área de superfície de absorção de nutrientes, bem como, não interferiram na profundidade das criptas e desta forma não impactou a renovação das vilosidades (Caprarulo et al., 2021; Galli et al. 2020; Zainuddin et al., 2020). De acordo com Yamauchi et al. (1990), as alturas das vilosidades e o aumento da profundidade da cripta interferem na digestibilidade dos nutrientes, nos fluídos das mucosas intestinais e, por fim, no desempenho das aves.

4.5 Peso relativo dos órgãos das aves

No presente estudo não foi observado alterações no peso de órgãos e vísceras de poedeiras suplementadas com taninos (intestino delgado, moela, fígado, proventrículo, pâncreas, coração e baço) e o comprimento do intestino. Isso é explicado pela não influência dos taninos nas

vilosidades, criptas e em sua relação. Este fato pode estar relacionado também aos níveis de inclusão dos taninos aplicados neste estudo e, possivelmente ao fato das aves não terem enfrentado desafios de saúde.

O baço é um órgão imunológico primário onde ocorre o desenvolvimento e diferenciação de células imunológicas e a produção de anticorpos. Seu peso relativo é rotineiramente usado como indicador da função imunológica para as aves. Neste estudo, não foi observado diferença significativa no peso do baço, indicando assim que as aves não enfrentaram a ocorrência de inflamação, o que fez com que o sistema imunológico funcionasse de forma adequada (Park e Kim, 2014). Em relação ao peso do fígado e pâncreas não foi observado diferença significativa, o que indica que eles não sofreram alterações. Sendo assim, os taninos utilizados no presente estudo não apresentaram substâncias tóxicas as aves, bem como, a sua função hepática (Park e Kim, 2014).

5. CONCLUSÕES

A inclusão de 1kg/ton de TanH de castanha Portuguesa na dieta de poedeiras apresentou melhores níveis de peroxidação lipídica e bioquímica sérica, sem afetar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos das aves. Baseado na peroxidação lipídica é indicado a inclusão de 1kg/ton de TanH de castanha Portuguesa na dieta de poedeiras.

6. REFERÊNCIAS

- Addisu, S. 2016. "Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle; a review." *Journal of Animal and Feed Research*, 6 (2): 45-56. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115806>.
- Antongiovanni, M., Minieri, S., Buccioni, A. and Galigani, I. 2015. "Effect of a tannin

from chestnut wood (*Castanea sativa* Miller) on cholesterol and fatty acids of eggs.”

XXII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and the XVI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, 22, 52.

Asare, G.A., Gyan, B., Bugyei, K., Adjei, S., Mahama, R., Addo, P., Out-Nyarko, L.,

Wiredu, E.K. and Nyarko, A. 2012. “Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at suprasupplementation levels.” *Journal of Ethnopharmacology*,

139 (1): 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.009>

Brenes, A., Viveros, A. and Arija, I. 2016. “Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition. A review.” *Animal Feed Science and Technology* 211: 1–17.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.016>.

Caprarulo, V., Giromini, C. and Rossi, L. 2021. “Review: Chestnut and quebracho tannins in pig nutrition: the effects on performance and intestinal health.” *Animal The international journal of animal bioscience*,

15: 100064. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100064>.

Chamorro, S., Viveros, A., Rebolé, A., Rica, B.D., Arija, I. And Brenes, A. 2015.

“Influence of dietary enzyme addition on polyphenol utilization and meat lipid oxidation of chicks fed grape pomace.” *Food Research International*. 73: 197-203.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.054>.

Choi, J., Wang, L., Liu, S., Lu, P., Zhao, X., Liu, H., Lahaye, L., Santin, E., Liu, S. and

Nyachoti, M. 2020. “Effects of a microencapsulated formula of organic acids and essential oils on nutrient absorption, immunity, gut barrier function, and abundance

of enterotoxigenic *Escherichia coli* F4 in weaned piglets challenged with *E. coli* F4.” *Journal of Animal Science*, 98(9): skaa259.

<https://doi.org/10.1093/jas/skaa259>.

Esteves, E.A. and Monteiro, J.B.R. 2001 “Efeitos benéficos dos isoflavonas de sojas em

doenças crônicas”. *Revista de Nutrição*, 14 (1):43-52
<https://doi.org/10.1590/S1415-52732001000100007>.

- Frei, B. 1999. “On the role of vitamin C and other antioxidants in atherogenesis and vascular dysfunction.” *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 222(3): 196-204. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1373.1999.d01-136.x>.
- Galli,G.M, Gerbet ,R.R, Griss,L.G., Fortuoso,B.F., Petrolli,T.G., Boiago, M.M., Souza, C.F., Baldissera,M.D., Mesadri,J., Wagner,R., Rosa,G., Mendes , R.E., Gris, A. and Silva, A.S. 2020. “Combination of herbal components (curcumin, carvacrol, thymol, cinnamaldehyde) in broiler chicken feed: Impacts on response parameters, performance, fatty acid profiles, meat quality and control of coccidia and bactéria”. *Microbial Pathogenesis*, 139: e103916.
<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103916>.
- Hosseini-Vashan, S. J., Safdari-Rostamabad, M., Piray, A. H. and Sarir, H. 2020. “The growth performance, plasma biochemistry indices, immune system, antioxidant status, and intestinal morphology of heat-stressed broiler chickens fed grape (*Vitis vinifera*) pomace.” *Animal Feed Science and Technology*, 259: 114343.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114343>.
- Huang, Q., Liu, X., Zhao, G., Hu, T. and Wang Y. 2018. “Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production.” *Animal Nutrition* 4(2):137–150. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.00>.
- Jansman, A.J.M. 1993; “Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals.” *Nutrition Research Reviews*, 6:209-236. <https://doi.org/10.1079/NRR19930013>.
- Junqueira, L. C. U. 2008. *Histologia básica*. 11th ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Kaya, A., Yıldırım, B.A., Kaya ,H., Gül, M. and Çelebi, Ş. 2014. “The effects of diets supplemented with crushed and extracted grape seed on performance, egg quality

- parameters, yolk peroxidation and serum traits in laying hens.” *European Poultry Science*, 78. [https://doi.org/ 10.1399/eps.2014.59](https://doi.org/10.1399/eps.2014.59).
- Kim, B., Ku, C.S., Pham, T.X., Park, Y., Martin, D.A., Xie, L., Taheri, R., Lee, J. and Bolling, B.W. 2014. “Aronia melanocarpa (chokeberry) polyphenol-rich extract improves antioxidant function and reduces total plasma cholesterol in apolipoprotein E knockout mice.” *Nutrition Research*, 33: 403-41. [https://doi.org /10.1016/j.nutres.2013.03.001](https://doi.org/10.1016/j.nutres.2013.03.001).
- Kobayashi, M. and Ikeda, I. 2017. “Mechanisms of Inhibition of Cholesterol Absorption by Green Tea Catechins.” *Food Science and Technology Research*, 23 (5): 627-636. <https://doi.org/10.3136/fstr.23.627>.
- Li, Z.L., He, W.L., Wang, Z.B. and Xu, T.S. 2016. “Effects of Chinese herbal mixture on performance, egg quality and blood biochemical parameters of laying hens” *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 100(6):1041-1049. [https://doi.org/ 10.1111/jpn.12473](https://doi.org/10.1111/jpn.12473).
- Lipori, H. M. 2019. “Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte e poedeiras comerciais.” 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Maeshall, T.A. and Roberts, R.J. 2013. “In vitro and in vivo assessment of lipid peroxidation of infant nutrient preparations: effect of nutrition on oxygen toxicity.” *Journal of the American College of Nutrition*, 9(3): 190-199. <https://doi.org/10.1080/07315724.1990.10720369>.
- Marzoni, M., Castillo, A., Franzoni, A., Nery J, Fortina, R., Romboli, I. and Schiavone A. 2020. “Effects of dietary quebracho tannin on performance traits and parasite load in an Italian slow growing chicken (white Livorno breed).” *Animals* 10(4):684. <https://doi.org/10.3390/ani10040684>.

- Minieri, S., Buccioni, A., Serra, A., Galigani, I., Pezzati, A., Rapaccini, S. and Antongiovanni M. 2016. “Nutritional characteristics and quality of eggs from laying hens fed on a diet supplemented with chestnut tannin extract (*Castanea sativa* Miller)”. *British Poultry Science* 57(6):824–832. <https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1216944>.
- Moyle, J.R., Burke, J.M., Fanatico, A., Mosjidi, J.A., Spencer, T., Arsi, K., Reyes-Herrera, I., Woo-Ming, A., Donoghue, D.J. and Donoghue, A.M. 2012. “Palatability of tannin-rich sericea lespedeza fed to broilers”. *Poultry Science Association*, 21(4): 891-896. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00559>.
- Nawab, A., Ibtisham, F., Li, G., Kieser, B., Wu, J., Liu, W., Zhao, Y., Nawab, Y., Li, K. and Xiao, M. 2018. “Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry.” *Journal of Thermal Biology*, 78: 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.08.010>
- Oliveira, G.P.R.D and Rodriguez-Amaya, D.B. 2007. “Processed and prepared corn products as sources of lutein and zeaxanthin: compositional variation in the food chain” *Journal of Food Science*, 72: S079-S085. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00235.x>
- Park, J.H., Kim, I.H., 2014. “Supplemental effect of probiotic *Bacillus subtilis* B2A on productivity, organ weight, intestinal *Salmonella* microflora, and breast meat quality of growing broiler chicks.” *Poultry Science*, 93: 2054–2059. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03818>.
- Piotrowska, A., Burlikowska, K. and Szymeczko, R. 2011 “Changes in blood chemistry in broiler chickens during the fattening period.” *Folia Biologica*, 59: 183–187. https://doi.org/10.3409/fb59_3-4.183-187.
- Poletti, B. 2022. “Uso de extrato de *Acacia mearnsii* (acácia negra) na alimentação de

não-ruminantes.” Tese (Tese em Zootecnia). Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul.

Pym, R.A.E. 1969. “A suspension weighing technique for the rapid determination of specific gravity of eggs”. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 9(37): 131 - 134. <https://doi.org/10.1071/EA9690131>.

Roberts, J. R. 2004. “Factors affecting egg internal quality and eggshell quality in laying hens”. *The Journal of Poultry Science*, 41:161–177. <https://doi.org/10.2141/jpsa.41.161>.

Scanes, C.G. 2015 “Protein metabolism.” *Sturkie’s Avian Physiology*. 6th ed. Academic Press, Elsevier Inc., Waltham, MA. p455-468.

Schmatz, R., Perreira, L. B., Stefanello, N., Mazzanti, C., Spanevello, R., Gutierrez, J. and Morsch, V. M. 2012 “Effects of resveratrol on biomarkers of oxidative stress and on the activity of delta aminolevulinic acid dehydratase in liver and kidney of streptozotocin-induced diabetic rats.” *Biochimie*, 94(2): 374-383. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2011.08.005>.

Vital A.C.P, Guerrero, A., Monteschio, J.O., Valero, M.V., Carvalho, C.B., Abreu Filho, B.A and Prado, I.N. 2016. “Effect of edible and active coating (with rosemary and oregano essential oils) on beef characteristics and consumer acceptability.” *PLoS One* 11(8): e0160535. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160535>.

Windisch, W. and Kroismayr, A. 2006. “The Effects of Phytobiotics on Performance and Gut Function in Monogastrics.” *Vienna: World Nutrition Forum: The Future of Animal Nutrition*, 85–90.

Yamauchi, K., Isshiki, Y., Zhou, Z-X. and Nakahiro, Y. 1990. “Scanning and transmission electron microscopic observations of bacteria adhering to ileal epithelial cells in growing broiler and White Leghorn chickens.” *British Poultry*

Science, 31: 129-137. <https://doi.org/10.1080/00071669008417238>.

Yan, Y.Y., Cong-Jiao, S., Lian, L., Zheng, J.X., Xu, G.Y. and Yang, N. 2014 “Effect of Uniformity of Eggshell Thickness on Eggshell Quality in Chickens”. *Japan Poultry Science Association*, 51: 338-342. <https://doi.org/doi:10.2141/jpsa.0130032>.

Youssef, I.M., Männer, K. and Zentek, J. 2021 “Effect of essential oils or saponins alone or in combination on productive performance, intestinal morphology and digestive enzymes’ activity of broiler chickens. “*Journal Animal Physiology Animal Nutrition*, 105: 99–107. <https://doi.org/10.1111/jpn.13431>.

Zainuddin, Darmawan, A., Sumiati, Wiryawan, K.G and Nahrowi. 2020. “Effects of dietary *Bacillus coagulans* D3372 supplementation as probiotics on broiler performance, ileal microflora, meat quality, nutrient retention, and metabolizable energy.” *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 8: 115–223 <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.1.115.123>.

Zhang, W., Peng, K.X., Cui, F.B., Wang, D., Zhao, J., Zhang, Y., Yu, N., Wang, Y., Zeng, D., Wang, Y., Cheng, Z and Zhang, K. 2021. “Cytokinin oxidase/dehydrogenase OsCKX11 coordinates source and sink relationship in rice by simultaneous regulation of leaf senescence and grain number.” *Plant Biotechnology Journal* 19, 335–350. <https://doi.org/doi:10.1111/pbi.13467>.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais para galinhas em postura.

Ingredientes	Dietas				
	CN	CP	0,5TanH	1,0TanH	1,0TanC
Milho Grão	60,641	60,641	60,641	60,641	60,641
Farelo de Soja (45%)	24,266	24,266	24,266	24,266	24,266
Calcário Calcítico	10,361	10,361	10,361	10,361	10,361
Fosfato Bicálcico	1,528	1,528	1,528	1,528	1,528
Óleo de Soja	2,202	2,202	2,202	2,202	2,202
Sal Comum	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403
L-Lisina	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
DL- Metionina (98%)	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169
Suplemento Vit. e Mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloreto de colina ²	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Tanino Hidrolisado ³	0,000	0,000	0,050	0,100	0,000
Tanino Condensado ⁴	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100
Virginamicina ⁵	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Inerte ⁶	0,100	0,096	0,050	0,000	0,000
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (Mcal/kg)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
Proteína (%)	15,900	15,900	15,900	15,900	15,900
Extrato Etéreo (%)	4,818	4,817	4,817	4,817	4,817
Cálcio (%)	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350
Fósforo Disponível (%)	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Lisina Digestível	0,771	0,771	0,771	0,771	0,771
Metionina digestível	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
Treonina digestível	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556
Virginamicina (mg/kg)	0,000	20,000	0,000	0,000	0,000
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170

1 Quantidade por kg de ração – Vitamina A 4.600 UI; Vitamina D3: 1.200 UI; Vitamina E: 6.000 UI; Vitamina K3: 1.144 mg; Vitamina B1: 980 mg; Vitamina B2: 2.400 mg; Vitamina B6: 1.188 mg; Vitamina B12: 8.000 mg; Pantotenato de cálcio: 6.080 mg; Niacina: 15.000 mg; Ácido Fólico: 380 g; Biotina: 32 g; Zinco: 30 g; Ferro: 23 g; Manganês: 32 g; Cobre: 4.500 mg; Iodo: 500 mg; Cobalto: 100 mg; Se: 176 mg; Etoxim: 45 mg. B.H.A 36mg; Veículo Q.S.P 1.000g. DL 99% metionina. 2 Cloreto de Colina 60%. 3 Tanino Hidrolisado de Castanha Portuguesa (*Castanha sativa*). 4 Tanino Condensado de Quebracho (*Schinopsis lorentzii*). 5 Virginamicina 90% promotor de crescimento. 6 Inerte – Caulim.

Tabela 2. Desempenho produtivo, qualidade de ovos e coloração da gema de poedeiras Hy-line W36 alimentadas com diferentes inclusões de tanino (n=10).

Variável	Dietas					Média	CV (%)	P-valor
	CN	CP	0,5TanH	1,0TanH	1,0TanC			
Desempenho Produtivo								
Postura (%)	87,23	87,57	86,11	84,16	88,62	86,73	1,75	0,3778
CRD (g/ave)	104,97	103,24	104,21	101,96	106,74	104,22	1,16	0,0635
MO (g)	58,06	58,12	57,69	56,67	58,31	57,77	1,99	0,8214
CA (g/g)	1,78	1,74	1,79	1,79	1,77	1,77	0,03	0,8128
CA (g/dúzia)	1455,22	1424,88	1460,59	1488,21	1470,45	1459,87	24,63	0,4773
Qualidade de ovos								
Peso ovo (g)	66,49	66,03	66,82	67,28	66,54	66,63	0,511	0,5236
Casca (%)	8,74	8,78	8,79	8,79	8,79	8,78	0,083	0,9872
Gema (%)	26,94	26,95	27,06	26,64	26,50	26,82	0,239	0,4315
Albúmen (%)	64,32	64,23	64,18	64,60	64,76	64,42	0,230	0,3265
EC (mm)	367,36	371,75	372,07	373,02	374,43	371,72	3,118	0,5802
GE (g/L)	1076,81	1077,43	1077,23	1077,30	1077,17	1077,19	0,624	0,9671
UH	91,82	93,16	93,75	93,07	92,65	92,87	0,589	0,2284
IG	0,438	0,444	0,442	0,441	0,444	0,442	0,003	0,5428
Coloração da Gema								
Luminosidade	56,41	56,61	56,14	56,69	56,58	56,49	0,295	0,7101
Vermelho/verde	-4,77	-4,93	-4,80	-4,83	-4,88	-4,84	0,085	0,7183
Amarelo/azul	20,87	20,00	19,77	19,95	20,88	20,29	0,399	0,1413
Ressistência à Quebra								
Dureza	3182,50	3620,00	3366,67	3602,50	3717,00	3475,69	0,235	0,7654
Fraturabilidade	3181,79	3398,75	3442,92	3545,50	2929,50	3299,91	0,253	0,6416

CN – Controle negativo; CP – controle positivo; TanH – tanino hidrolisado; TanC- tanino condensado; CRD- consumo de ração diário; MO – massa de ovo; CA – conversão alimentar; EC – Espessura de casca; GE – Gravidade específica; IG – Índice de gema; UH – Unidade Haugh.

Tabela 3. Variáveis bioquímicas séricas de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões de tanino com 92 semanas de idade (n=10).

Variável	Dietas					Média	CV (%)	P-valor
	CN	CP	0,5TanH	1,0TanH	1,0TanC			
Colesterol (mg/dL)	2,65 ^{ab}	1,68 ^b	2,65 ^{ab}	3,6 ^a	2,45 ^{ab}	2,61	0,404	0,0591
Proteínas Totais (g/dL)	3,30 ^a	3,40 ^a	3,50 ^a	3,52 ^a	2,66 ^b	3,28	0,146	0,0060
Albumina (g/dL)	0,48 ^b	0,75 ^{ab}	0,90 ^{ab}	1,14 ^a	0,93 ^{ab}	0,82	0,133	0,0460
Triglicerídeos (mg/dL)	1006,20 ^b	1094 ^{ab}	1454,67 ^a	1536,60 ^a	1099,80 ^{ab}	1252,68	0,122	0,0169

CN – Controle negativo; CP – controle positivo; TanH – tanino hidrolisado; TanC- tanino condensado.

Tabela 4. Análise de peroxidação lipídica determinada pela concentração MDA mg/g pelo método de TBARs na gema e fígado de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões de tanino (n=10).

Variável	Dietas					Média	CV (%)	P-valor
	CN	CP	0,5TanH	1,0TanH	1,0TanC			
<i>MDA</i> (mg/g)								
Gema	1,71 ^a	1,67 ^{ab}	1,45 ^b	1,38 ^b	1,53 ^{ab}	1,55	0,07	0,0130
Fígado	1,82 ^a	1,71 ^a	1,60 ^{ab}	1,36 ^b	1,39 ^b	1,39	0,11	0,0192

CN – Controle negativo; CP – controle positivo; TanH – tanino hidrolisado; TanC- tanino condensado.

Tabela 5. Análise de altura de vilo, largura de vilo, área de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta no jejuno de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões de tanino (n=10).

Variável	Dietas					Média	CV (%)	P-valor
	CN	CP	0,5TanH	1,0TanH	1,0TanC			
Altura de Vilo (μm)	1207,77	1253,01	1172,11	1177,95	1269,95	106,92	6,468	0,4422
Largura de Vilo (μm)	107,80	106,01	108,16	107,08	105,55	1216,27	4,402	0,5298
Área de Vilo (μm)	415,79	413,28	397,04	396,55	414,38	407,41	5,994	0,4580
Profundidade de Cripta (μm)	217,98	243,23	247,12	234,22	216,25	231,76	1,234	0,6013
Largura de Cripta (μm)	67,27	70,35	66,76	68,49	67,43	68,08	4,265	0,7237
Relação Vilo: Cripta	5,70	5,18	4,77	5,07	5,81	5,30	0,639	0,8430

CN – Controle negativo; CP – controle positivo; TanH – tanino hidrolisado; TanC- tanino condensado.

Tabela 6. Peso da ave e pesos relativos dos órgãos e comprimento do intestino delgado de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões de tanino com 91 semanas (n=10).

Variável	Dietas					Média	CV (%)	P-valor
	CN	CP	0,5TanH	1,0TanH	1,0TanC			
Peso Ave (g)	1512,77	1563,93	1544,90	1541,15	1576,48	1547,85	48,19	0,9055
Comprimento de Intestino Delgado (cm)	123,30	125,50	127,10	127,50	128,50	126,38	4,40	0,9294
Peso relativo de órgãos %								
Intestino Delgado	3,11	2,75	2,86	3,03	2,94	2,94	0,12	0,2582
Moela	1,72	1,53	1,53	1,58	1,61	1,59	0,08	0,4919
Proventrículo	0,45	0,47	0,43	0,44	0,45	0,45	0,02	0,7845
Fígado	1,57	1,65	1,51	1,57	1,60	1,58	0,07	0,7913
Pâncreas	0,22	0,24	0,21	0,22	0,20	0,22	0,02	0,6629
Coração	0,51	0,51	0,47	0,44	0,51	0,49	0,02	0,1458
Baço	0,10	0,12	0,09	0,09	0,11	0,10	0,02	0,7637

CN – Controle negativo; CP – controle positivo; TanH – tanino hidrolisado; TanC- tanino condensado.

IV – EFEITOS DA INCLUSÃO DE TANINO NA UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES E TEOR DE MATÉRIA SECA DE EXCRETAS DE POEDEIRAS

Artigo redigido conforme as normas da revista Acta Scientiarum Animal Sciences.

RESUMO: No passado o uso de taninos era descrito como somente compostos antinutricionais, responsáveis por reduzir a digestibilidade dos nutrientes. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi determinar os teores de matéria seca e digestibilidade de tanino hidrolisado de Castanha Portuguesa (*Castanha Sativa*) e condensado de Quebracho (*Schinopsis Lorentzii*) na alimentação de poedeiras. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos, 10 repetições, e cada unidade experimental com 6 aves. As dietas foram formuladas com a inclusão de tanino hidrolisado (TanH) e tanino condensado (TanC). Os tratamentos foram compostos da seguinte forma: Tratamento 1 - Controle negativo (CN) (ração basal); Tratamento 2 - Controle positivo (CP) (ração basal + virginamicina); Tratamento 3 – (0,5 TanH) Ração basal + 0,5 kg/ton de TanH; Tratamento 4 – (1,0 TanH) Ração basal + 1 kg/ton de TanH; Tratamento 5 – (1,0TanC) Ração basal + 1kg/ton de TanC. O estudo avaliou o teor de matéria seca, Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), Dda matéria mineral (CDMM), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da energia bruta (CDEB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn). Não foi verificado efeito significativo ($p>0,05$) para os os teores de matéria seca nas excretas (19,98%) coeficientes de digestibilidade de matéria seca (CDMS 94,08%), matéria mineral (CDMM 93,76%) e extrato etéreo (CDEE 49,55%). Entretanto, foi observado um efeito significativo no coeficiente de proteína bruta (CDPB), ocorrendo um aumento do CDPB com a inclusão de tanino nas dietas. Não foi observado diferença significativa ($p>0,05$) sobre o coeficiente de energia bruta (CDEB 71,82%), porém, foi observado efeito significativo nos coeficientes de energia metabolizável (EMA) e o coeficiente de energia metabolizável corrigido para nitrogênio (EMAn). Conclui-se que a suplementação com tanino não afeta a matéria seca e umidade das excretas. Baseado nos parâmetros de CDMS, CDMM, CDEE CDPB, EMA e EMAn, é recomendado a inclusão de até 1kg/ton de tanino nas dietas de poedeiras.

Palavras chaves: digestibilidade, polifenóis, produtos naturais e umidade.

ABSTRACT

In the past, the use of tannins was described as the only antinutritional compound responsible for reducing the digestibility of nutrients. The aim of this study was to determine the dry matter content and digestibility of tannins hydrolyzed from Portuguese chestnuts (*Castanha Sativa*) and Quebracho condensate (*Schinopsis Lorentzii*) fed to layers. The experimental design was a completely randomized, with 5 treatments, 10 replications, and each experimental unit containing 6 birds. The diets were formulated with the inclusion of hydrolyzed tannin (TanH) and condensed tannin (TanC). The treatments were as follows: Treatment 1 - Negative control (NC) (basal feed); Treatment 2 - Positive control (PC) (basal feed + virginamycin); Treatment 3 - (0.5 TanH) Basal feed + 0.5 kg/ton of TanH; Treatment 4 - (1.0 TanH) Basal feed + 1 kg/ton of TanH; Treatment 5 - (1.0TanC) Basal feed + 1 kg/ton of TanC. The study assessed dry matter content, dry matter digestibility coefficient (CDDM), mineral matter digestibility coefficient (CDMM), crude protein digestibility coefficient (CDCP), ether extract digestibility coefficient (CDEE), crude energy digestibility coefficient (CDEB), apparent metabolizable energy (AME), and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn). There was no significant effect ($p>0.05$) for the dry matter content in the excreta (19.98%), as well as for the digestibility coefficients for dry matter (CDDM 94.08%), mineral matter (CDMM 93.76%), and ether extract (CDEE 49.55%). However, a significant effect was observed on the crude protein coefficient (CDCP), with an increase in CDCP with the tannin inclusion in the diets. There was no significant difference ($p>0.05$) in the crude energy coefficient (CDEB 71.82%), but there was a significant effect on the metabolizable energy coefficient (AME) and the metabolizable energy coefficient corrected for nitrogen (AMEn). It can be concluded that tannin supplementation does not affect the dry matter and moisture content of the excreta. Based on the parameters of CDDM, CDMM, CDEE CDCP, AME, and AMEn, the inclusion of up to 1 kg/ton of tannin in laying diets is recommended.

Key words: digestibility, moisture, natural products and polyphenols.

1. INTRODUÇÃO

Os taninos são metabólitos secundários das plantas que compõem parte do seu sistema de defesa químico contra patógenos e insetos. Sendo um grupo importante de compostos polifenólicos, tendo sua estrutura e composição química variada em virtude da fonte vegetal e forma de extração, é possível classificá-los em dois grupos distintos: hidrolisáveis ou condensados (Godoy et al., 2023). Os taninos hidrolisáveis (TanH) são polímeros compostos por ácidos fenólicos, caracterizados principalmente pela presença de ácido gálico e açúcares simples (geralmente glicose) (Taiz e Zeiger, 2009). Os taninos condensados são constituídos pela polimerização de diversos flavonoides, principalmente flavan-3-ol ou flavan-3,4-diol (catequina e leucoantocianinas, respectivamente) (Pizzi, 2019).

Estão presentes em uma ampla variedade de ingredientes usados frequentemente na alimentação animal, como: forragens, legumes, frutas, cereais e grãos. O uso de taninos na alimentação de animais não ruminantes foi por muito tempo desencorajado por apresentar compostos antinutricionais (Butler, 1992). Entretanto, estudos recentes comprovam que quando inclusos em dosagem balanceada, os taninos podem ser benéficos para os animais não ruminantes (Liu et al., 2023). A eficácia de compostos naturais na alimentação animal está relacionada principalmente aos seus métodos de extração, destilação ou isolamento, a sua compatibilidade com outros ingredientes alimentares e o estado de saúde dos animais. (Giannenas et al., 2014).

Os taninos têm um impacto importante na nutrição animal em função de sua habilidade de formar complexos com numerosos tipos de moléculas, incluindo proteínas, polissacarídeos, membranas celulares de bactérias e enzimas envolvidas na digestão da proteína e carboidratos dos alimentos (Castejon, 2014). Por conseguinte, vale destacar que altos níveis de taninos, nos alimentos, podem comprometer a digestibilidade, bem como, causar eventos de toxicidade associados em não-ruminantes: depressão no crescimento, baixa utilização da proteína, danos à mucosa intestinal e alteração na excreção de cátions (Giner-Chavez, 1996). Vários fatores afetam os valores de energia metabolizável e coeficientes de digestibilidade de um ingrediente, são eles: idade das aves, composição química, nível de inclusão, taxa de consumo, metodologia utilizada para determinação dos coeficientes e os possíveis fatores antinutricionais dos alimentos (Soares et al., 2005).

A nutrição é um fator chave no teor de umidade das excretas. Sendo assim, os seguintes fatores nutricionais devem ser considerados: qualidade da água, o conteúdo de polissacarídeos não amiláceos solúveis em água e cereais dietéticos de grãos pequenos, carboidratos não digeríveis e fatores antinutricionais, qualidade e nível de proteínas dietéticas, tipo e qualidade

dos lipídios, os níveis de minerais da dieta e o equilíbrio eletrolítico da dieta, o conteúdo de antioxidantes alimentares e a contaminação dos alimentos com toxinas fúngicas (Van Der Hoeven-Hangoor et al., 2013).

Frente à questão anteriormente citada, faz-se necessário pesquisas para determinar a digestibilidade dos nutrientes para os animais. Sendo assim, objetivou-se neste estudo determinar os teores de matéria seca das excretas e digestibilidade de dietas contendo tanino hidrolisado (Castanha Portuguesa) e condensado (Quebracho) na alimentação de poedeiras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Experimentação da Universidade Estadual de Maringá, PR (número 4917150623).

2.1 EXPERIMENTO 1 – Determinação de matéria seca

2.1.1 Animais e Instalações

O presente estudo foi desenvolvido no setor de avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá – UEM/Maringá, Paraná. Foram utilizadas 300 galinhas de postura da linhagem Hy-Line W-36, com 75 semanas de idade. Foi utilizado um galpão de alvenaria, dotado de gaiolas de postura convencional (50cm × 45cm × 45cm), dispostas em duas fileiras sobrepostas, com comedouro tipo calha e bebedouro tipo *nipple*. A alimentação e a água foram fornecidas *ad libitum* e o programa de luz adotado foi de 17 horas de luz (natural e artificial) durante todo o período experimental, que teve duração de 13 semanas.

2.1.2 Delineamento e Dietas Experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (dietas), 6 repetições (gaiolas), e cada unidade experimental com 2 aves. As dietas foram formuladas com a inclusão de tanino hidrolisado da Castanha Portuguesa (*Castanha Sativa*) (TanH) e tanino condensado de Quebracho (*Schinopsis Lorentzii*) (TanC). Os tratamentos foram compostos da seguinte forma: Tratamento 1 - Controle negativo (CN) (ração basal); Tratamento 2 - Controle positivo (CP) (ração basal + virginamicina); Tratamento 3 – (0,5 TanH) Ração basal + 0,5 kg/ton de TanH; Tratamento 4 – (1,0 TanH) Ração basal + 1 kg/ton de TanH; Tratamento 5 – (1,0TanC) Ração basal + 1kg/ton de TanC. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1).

Tabela 1. Composição das dietas experimentais para galinhas em postura.

Ingredientes	Dietas				
	CN	CP	0,5TanH	1,0TanH	1,0TanC
Milho Grão	60,641	60,641	60,641	60,641	60,641
Farelo de Soja (45%)	24,266	24,266	24,266	24,266	24,266
Calcário Calcítico	10,361	10,361	10,361	10,361	10,361
Fosfato Bicálcico	1,528	1,528	1,528	1,528	1,528
Óleo de Soja	2,202	2,202	2,202	2,202	2,202
Sal Comum	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403
L-Lisina	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
DL- Metionina (98%)	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169
Suplemento Vit. e Mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloreto de colina ²	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Tanino Hidrolisado ³	0,000	0,000	0,050	0,100	0,000
Tanino Condensado ⁴	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100
Virginamicina ⁵	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Inerte ⁶	0,100	0,096	0,050	0,000	0,000
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (Mcal/kg)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
Proteína (%)	15,900	15,900	15,900	15,900	15,900
Extrato Etéreo (%)	4,818	4,817	4,817	4,817	4,817
Cálcio (%)	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350
Fósforo Disponível (%)	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Lisina Digestível	0,771	0,771	0,771	0,771	0,771
Metionina digestível	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
Treonina digestível	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556
Virginamicina (mg/kg)	0,000	20,000	0,000	0,000	0,000
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170

1 Quantidade por kg de ração – Vitamina A 4.600 UI; Vitamina D3: 1.200 UI; Vitamina E: 6.000 UI; Vitamina K3: 1.144 mg; Vitamina B1: 980 mg; Vitamina B2: 2.400 mg; Vitamina B6: 1.188 mg; Vitamina B12: 8.000 mg; Pantotenato de cálcio: 6.080 mg; Niacina: 15.000 mg; Ácido Fólico: 380 g; Biotina: 32 g; Zinco: 30 g; Ferro: 23 g; Manganês: 32 g; Cobre: 4.500 mg; Iodo: 500 mg; Cobalto: 100 mg; Se: 176 mg; Etoxim: 45 mg. B.H.A 36mg; Veículo Q.S.P 1.000g. DL 99% metionina. 2 Cloreto de Colina 60%. 3 Tanino Hidrolisado de Castanha Portuguesa (*Castanha sativa*). 4 Tanino Condensado de Quebracho (*Schinopsis lorentzii*). 5 Virginamicina 90% promotor de crescimento. 6 Inerte – Caulim.

2.1.3 Coletas de Matéria Seca

Foram realizadas 5 coletas durante o período experimental. Para cada coleta, sacos plásticos foram fixados abaixo das gaiolas no dia anterior à coleta. As excretas foram coletadas 24h após a fixação dos sacos plásticos. O objetivo de tal procedimento foi evitar alterações bioquímicas e de umidade dos componentes excretados. As excretas das poedeiras foram coletadas em sacos

plásticos (polietileno), os quais são inertes ao resíduo, evitando assim que os dejetos perdessem as suas características físico-químicas originais.

As excretas foram coletadas diariamente, limpas de penas e ração, foram pesadas e pré-seca em estufa ventilada a 55°C por 72 horas, foram moídas em moinho de facas com peneira de malha de 1 mm e armazenadas em potes hermeticamente fechados. As rações e as excretas foram analisadas para matéria seca, através de secagem em estufa a 105°C por 16 horas. Para a análise e determinação da matéria seca foi utilizada a metodologia da AOAC (2005) (925-09).

2.2 EXPERIMENTO 2 – Ensaio de digestibilidade

2.2.1 Animais e Instalações

Foi realizado um experimento de metabolismo no Laboratório de metabolismo de não ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Foram selecionadas 60 galinhas de postura provenientes do experimento 1. As aves foram transferidas do galpão de postura para o galpão de metabolismo, com idade de 92 semanas. O programa de luz adotado durante o período experimental foi de 17 horas diárias (natural e artificial). Durante o período experimental foram registradas temperaturas máximas de 31,5°C, mínima de 15,4°C e de umidade relativa do ar média de 77%.

2.2.2 Delineamento e Dietas Experimentais

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e duas aves por unidade experimental. A ração foi formulada à base de milho e farelo de soja para atender as exigências nutricionais das poedeiras levando em consideração os valores de composição química e energética dos alimentos propostos pelo manual da linhagem. Sendo os tratamentos:

Tratamento 1- CN (ração basal)

Tratamento 2- CP (ração basal + promotor de crescimento)

Tratamento 3- Ração basal + 0,5 kg/ton de TanH

Tratamento 4- Ração basal + 1 kg/ton de TanH

Tratamento 5- Ração basal + 1kg/ton de TanC

O período experimental teve duração de 10 dias, sendo 5 dias utilizados para adaptação das aves às gaiolas metabólicas e às dietas, e os 5 dias restantes utilizados para coleta total de excretas. Durante todo o período experimental, as aves receberam ração e água *ad libitum*.

2.2.3 Coleta de Amostras

Foram utilizadas bandejas metálicas sob as gaiolas metabólicas, revestidas com plástico. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia (período de intervalo de 12 horas). O óxido férrico em pó foi acrescido na proporção de 2,0% às rações experimentais como marcador fecal no início e no fim da coleta de excretas das aves, assim foram desprezadas as excretas não marcadas na primeira coleta e as marcadas na última. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados por unidade experimental e armazenados em freezer à temperatura de -18 °C até o momento das análises. Ao término da coleta, foi determinado o consumo de ração, descontando-se as sobras no comedouro.

2.2.4 Parâmetros avaliados

Para determinação dos valores de metabolizabilidade e seus coeficientes, foi quantificado o consumo da dieta, por meio da mensuração da quantidade de ração fornecida e das sobras. Para a realização das análises, as excretas foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada (55 °C por 72 horas), moídas e posteriormente realizada a determinação da matéria seca, matéria mineral, nitrogênio total e energia bruta. As análises químicas das rações experimentais e excretas foram realizadas de acordo com a metodologia da AOAC (2005) e foi determinado os teores de matéria seca (925-09), matéria mineral (923-03), proteína bruta (920-87) e extrato etéreo (920-85).

As análises realizadas foram para a determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB). Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram calculados por meio das equações propostas por Matterson et al. (1965), bem como os coeficientes de metabolizabilidade da EMA (CEMA) e da EMAn (CEMAn).

Para a obtenção da EMA seguiu-se o modelo preconizado por Sakomura e Rostagno (2007), no qual foram usadas as seguintes fórmulas:

$$\text{EMA Ração Referência} = (\text{EB ing ração referência} - \text{EB exc}) / \text{MS ing};$$

$$\text{EMA Ração Teste} = (\text{EB ing} - \text{EB exc}) / \text{MS ing}.$$

Onde: EMA = Energia metabolizável aparente; EB ing. = Energia bruta ingerida; EB exc. = Energia bruta excretada; MS ing. = Matéria seca ingerida.

Por sua vez, para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos demais nutrientes, utilizou-se o modelo recomendado por Costa (2009), cujas fórmulas utilizadas foram:
$$\text{CDPB ração basal} = (\text{PB ing} - \text{PB exc}) / \text{PB ing}.$$

Onde: CDPB = Coeficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta; PB ing. = Proteína bruta ingerida; PB exc. = Proteína Bruta excretada.

2.3 Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilks e à análise de variância utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS®), pelo Teste de Tukey, com nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Muitos pesquisadores estudaram e continuam estudando os efeitos dos taninos na nutrição das aves. No passado, os taninos foram descritos como fatores antinutricionais, em virtude dos efeitos negativos na alimentação das aves: redução do consumo de ração e da atividade das enzimas digestivas e a formação de complexos com nutrientes que, conseqüentemente, reduzem sua digestibilidade. Entretanto, estudos recentes comprovaram que os efeitos dos taninos são variados e influenciados por sua estrutura química, duração e taxa de inclusão (Rezar e Salobir, 2014), método de extração, tratamento, entre outros fatores.

3.1 Matéria secas das excretas

As excretas mais consistentes tendem a proporcionar uma melhor qualidade da cama, possibilitando uma melhora do estado geral de saúde e o bem-estar dos frangos, principalmente em sistema de produção intensivo (Redondo et al., 2014). Em concordância, Ribeiro Junior (2011), ao trabalhar com poedeiras, destaca que o aumento da umidade da cama, ou seja, diminuição do teor de matéria seca, é uma das maiores preocupações na produção das aves, uma vez que, pode desencadear impactos negativos à saúde, bem-estar e desempenho produtivo das aves.

O resultado de matéria seca (MS) das excretas é apresentado na Tabela 2. Não foi observado diferença significativa ($p > 0,05$) sobre o teor de MS com a inclusão de taninos. Isto ocorreu possivelmente pela baixa inclusão de tanino (0,5kg/ton a 1kg/ton) utilizada neste estudo.

Essa questão é validada com o estudo de Rezar e Salobir (2014), que ao trabalharem com castanha doce (*Castanea sativa mill.*) com inclusões de 0,07 e 0,2%, concluíram que a suplementação afetou significativamente o teor de matéria seca nas excretas no nível de 0,2%. Por conseguinte, Jamroz et al. (2009), ao trabalharem com tanino da castanha doce, constataram que a inclusão de 0,25% e 0,5% aumentaram significativamente o teor de matéria seca da cama de frango em 8,8 e 7,7%, respectivamente, em comparação com ração controle. Em ambos os trabalhos, foram utilizadas dosagens maiores que as aplicadas na presente pesquisa.

Existe uma interação positiva entre a ingestão de polissacarídeos não amiláceos (solúveis) (PNA), viscosidade intestinal e o teor de umidade das excretas. Isso significa que uma alta ingestão de PNA solúvel aumenta a viscosidade intestinal e o conteúdo de água nas excretas (Rezar e Salobir, 2014). No presente estudo, o conteúdo de PNA solúvel na dieta foi baixo em virtude de ser à base de milho, e em decorrência disso, a viscosidade intestinal também foi baixa. Assim, pode-se afirmar que a suplementação de taninos na dieta do presente estudo não interferiu os teores de PNA. Com isso, não aumentou a viscosidade intestinal, portanto, não causou efeito no teor de matéria seca das excretas.

Tabela 2. Teor de matéria seca nas excretas das aves alimentadas com diferentes taninos (n=10).

Dietas	MS
CN	19,69
CP	19,71
0,5TanH	20,26
1,0TanH	20,06
1,0TanC	20,21
P-valor	0,1243

CN – Controle negativo; CP – controle positivo; TanH – tanino hidrolisado; TanC- tanino condensado.

3.2 Coeficiente de digestibilidade

Os resultados referentes aos coeficientes de digestibilidade de matéria seca (CDMS), matéria mineral (CDMM), e extrato etéreo (CDEE) das rações não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$). Entretanto, foi observado um efeito significativo no coeficiente de proteína bruta (CDPB), ocorrendo um aumento do CDPB com a inclusão de tanino nas dietas (Tabela 3).

Tabela 3. Média dos coeficientes de digestibilidade dos taninos para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria mineral (CDMM), proteína bruta (CDPB) e extrato etéreo (CDEE) com base na matéria seca (n=6).

Variáveis	Dietas					Média	CV%	P-valor
	CN	CP	0,5TanH	1,0 TanH	1,0TanC			
CDMS	94,61	92,78	95,06	93,70	94,27	94,08	0,603	0,1033
CDMM	94,61	94,16	93,36	92,94	93,88	93,76	0,724	0,5321
CDPB	51,35 ^{ab}	43,65 ^b	43,75 ^b	53,23 ^{ab}	55,41 ^a	88,22	3,331	0,0351
CDEE	88,37	87,03	86,98	90,48	88,39	49,55	1,451	0,5179

CN - Controle negativo; CP - controle positivo; TanH - tanino hidrolisado; TanC - tanino condensado.

Valores maiores significam melhor aproveitamento das dietas, ou seja, quanto maior for o valor melhor é a digestibilidade da dieta. Os resultados da presente pesquisa mostraram que a inclusão de taninos na alimentação de galinhas poedeiras afetou significativamente o CDPB. Com o fornecimento de tanino na dieta ocorreu uma melhor da digestibilidade de proteína da dieta, o que possivelmente houve uma baixa ou inexistente formação de complexos proteína-tanino.

Diferente do presente estudo, Rezar e Salobir (2014), ao trabalharem com tanino de castanheira doce (inclusões de 0,07 e 0,2%), não observaram diferença significativa em nenhum dos parâmetros analisados. O mesmo foi observado por Buyse (2021), ao adicionar 0 mg/kg, 500 mg/kg, e 2.000 mg/kg de tanino extraídos da madeira de castanheiro na dieta de frango de corte. Com esta adição não foi observado diminuição do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes. A divergência entre estes estudos e a presente pesquisa ocorre possivelmente em razão das variações nas composições químicas dos produtos devido às diferentes fontes vegetais, condições de cultivo, métodos de processamento, bem como métodos de aplicação, dosagens e condições de alimentação.

O tipo de tanino adicionado à dieta é importante, bem como, o nível de inclusão. De acordo com Mariscal-Landín et al. (2004), a digestibilidade do nitrogênio depende mais do perfil proteico da dieta. Em seus estudos, Galassi et al. (2019), ao trabalharem com taninos de castanha na alimentação de suínos, não observaram diferença sobre a digestibilidade de proteína entre as dietas. Sendo assim, concluíram que dietas ricas em polifenóis (taninos) de fontes variadas influenciam a excreção fecal de N em graus variados.

Os resultados de CDEB, EMA e EMAN estão apresentados na Tabela 4. Não foi observado

diferença significativa ($p>0,05$) para o CEB com a inclusão dos taninos. Entretanto, foi observado efeito significativo nos valores de EMA e EMAn com a inclusão de 1kg/ton de tanino condensado na dieta (Tabela 4).

Tabela 4. Média dos coeficientes de digestibilidade dos taninos para o coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB), valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) com base na matéria seca (n=6).

Variáveis	Dietas						Média	CV%	P-valor
	CN	CP	0,5TanH	1,0TanH	1,0TanC				
CDEB	83,12	80,06	82,79	80,44	84,44	71,82	1,78	0,3301	
EMA	3524,92 ^a	3431,80 ^{ab}	3236,97 ^b	3232,18 ^b	3616,87 ^a	3011,35	71,80	0,0019	
EMAn	3431,90 ^a	3330,38 ^{ab}	3183,40 ^b	3163,78 ^b	3546,31 ^a	3029,62	61,10	0,0012	

Em seu estudo, Campos (2006), ao trabalhar com sorgo com alto teor de tanino associado à enzima xinalase, concluiu que a inclusão da enzima nas dietas complementou a atividade das enzimas endógenas no trato digestivo das aves, melhorando os parâmetros de metabolizabilidade de matéria seca, proteína bruta e energia bruta nas primeiras semanas de idade e, conseqüentemente, o desempenho. Os resultados observados nesta pesquisa revelam elevada digestibilidade energética com a adição de tanino condensado. Com isso, é provável que a inclusão de TanC na dieta do presente estudo contribuiu para a atividade das enzimas endógenas no trato digestório das aves, melhorando os parâmetros de EMA e EMAn. Além disso, a diferença na digestibilidade da energia das dietas pode ocorrer em razão das particularidades dos taninos dependendo do tipo de tanino, dosagem e composição da ração. Devido à falta de informações detalhadas sobre o modo de ação e sobre os efeitos dos taninos na digestibilidade, estudos e informações adicionais seriam de grande valia.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a suplementação com tanino não afeta a matéria seca e umidade das excretas. Baseado nos parâmetros de CDMS, CDMM, CDEE, CDPB, EMA e EMAn é recomendado a inclusão de até 1kg/ton de tanino na dieta de poedeiras. A adição de tanino condensado promoveu melhor digestibilidade da proteína e maior teor de EMA e EMAn, comparado à fonte de tanino, mas

não se diferenciou do grupo controle e do tratamento com antibiótico. (CN e CP).

5. REFERÊNCIAS

- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry, 2005: Official methods of analysis. 18 ed. Washington, DC.
- Butler, L.G. (1992). Antinutritional effects of condensed and hydrolyzable tannins. *Basic Life Sciences* 59, 693–698.
- Buyse, K., Delezie, E., Goethals, L., Van Noten, N., Ducatelle, R., Janssens, G.P.J., & Lourenço M. (2021). Chestnut tannins in broiler diets: performance, nutrient digestibility, and meat quality. *Poultry Science*, 100(12),101479. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101479>.
- Campos, D.M.B. (2006). Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos. Dissertação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo.
- Castejon, F.V., Moreira, J.S. & Stringhini, J.H. (2014). Taninos na alimentação de monogástricos. *AviSite*, 83, 30-34.
- Costa, V. A. (2009). Valores energéticos e coeficientes de digestibilidade para aves, determinados em rações com correções nutricionais. *Dissertação – Universidade Federal de Lavras*. Lavras – MG.
- Giannenas, I.A., Papaneophytou, C.P., Tsalie, E., Triantafiliou, E., Tontis, D., & Kontopidis, G.A. (2014). The effects of benzoic acid and essential oil compounds in combination with protease on the performance of chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences* 23, 73-81. <http://org.doi/10.22358/jafs/65719/2014>.
- Giner-Chavez, B.I. (1996). *Condensed Tannins in Tropical Forages*. Cornell University.
- Glassi, G., Mason, F., Rapetti, L., Crovetto, G.M., & Spanghero. (2019). Digestibility and metabolic utilisation of diets containing chestnut tannins and their effects on growth and slaughter traits of heavy pigs. *Italian Journal of Animal Science*, 18 (1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1570361>.
- Godoy, G.L., Rodrigues, B.N., Agilar, J.C., Biselo, V., Castro, K.N., Brutti, D.D.,

- Maysonnave, G.S., & Stefanello, C. (2023). Effects of *Acacia mearnsii* tannins on growth performance, footpad dermatitis, nutrient digestibility, intestinal permeability, and meat quality of broiler chickens. *Social Science Research Network*, 31. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4508476>.
- Jamroz, D., Wiliczekiewicz, A., Skorupinska, J., Orda, J., Kuryszko, J., & Tschirch, H. (2009). Effect of sweet chestnut tannin (SCT) on the performance. Microbial status of intestine and histological characteristics of intestine wall in chickens. *British Poultry Science*, 50, 687-699. <http://doi.org/10.1080/00071660903191059>.
- Liu, S., Wang, K., Lin, S., Zhang, Z., Cheng, A., Hu, S., Hu, H., Xiang, J., Chen, F., Li, G. & Si, H. (2023). Comparison of the Effects between Tannins Extracted from Different Natural Plants on Growth Performance, Antioxidant Capacity, Immunity, and Intestinal Flora of Broiler Chickens. *Antioxidants*, 12(2), 441.
- Mariscal-Landin G., Avellaneda, J.H., Reis, T.C.S., Aguilera, A., Borbolla, G.A., & Mar, B. (2004). Effect of tannins in sorghum amino acid ileal digestibility and on trypsin (E.C.2.4.21.4) and chymotrypsin (E.C.2.4.21.1) activity of growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 117, 245–264. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.09.001>.
- Matterson, L.D., Potter, L.M., & Stutz, M.W. (1965). The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Agricultural Experiment Station Research Report*, 11.
- Pizzi, A. (2019) Tannins: Prospectives and Actual Industrial Applications. *Biomolecules*, 9 (8), 1–29. <http://doi.org/10.3390/biom9080344>.
- Redondo, L.M., Chacana, P.A., Dominguez, J.E., & Miyakawa, M.E.F. (2014). Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. *Frontiers in Microbiology* 5, 188; <http://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00118>.
- Rezar, V., & Salobir, J. (2014). Effects of tannin-rich sweet chestnut (*Castanea sativa* mill.) wood extract supplementation on nutrient utilisation and excreta dry matter content in broiler chickens. *European Poultry Science*, 78, 1612-9199 <http://doi.org/10.1399/eps.2014.42>.
- Ribeiro Junior, V. (2011). Suplementação dietética de probióticos para galinhas poedeiras. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG.
- Soares, K. R., Bertechini, A. G., Fassani, É. J., Rodrigues, P. B., Fialho, E. T., Geraldo, A., &

- Brito, J. Á. G. (2005). Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(1), 238–244. doi:10.1590/s1413-70542005000100030.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2009). *Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal*. In: fisiologia vegetal. 4. ed. [S. l.: s. n.], p. 342–372.
- Van Der Hoeven-Hangoor, E., Paton, N.D., Van De Linde, I.B., Verstegen, M.W., & Hendriks, W.H. (2013) Moisture content in broiler excreta is influenced by excreta nutrient contents. *Journal of Animal Science* 91, 5705-5713. <http://doi.org/10.2527/jas.2013-6573>.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo permitiram concluir que a inclusões de 0,5 kg/ton e 1kg/ton de TanH Castanha Portuguesa (*Castanha Sativa*) e de 1kg/ton de TanC de Quebracho (*Schinopsis Lorentzii*) em rações para poedeiras não prejudica o desempenho zootécnico, nem tampouco as características físicas de qualidade interna e externa dos ovos, peso dos órgãos e a morfometria intestinal. Os teores de colesterol, albumina, triglicérides e proteína no sangue aumentaram com a inclusão de 1kg/ton de TanH. Porém, a inclusão de 1kg/ton do TanC apresentou os menores valores de proteína no sangue. A adição dos taninos, do presente estudo, na dieta diminuiu a concentração de malonaldeído (MDA) nas gemas e no tecido hepático.

A inclusão de 1kg/ton de TanH apresentou a menor média, ou seja, resultou em uma melhor atividade antioxidante. É importante destacar que os tratamentos controle negativo e positivo obtiveram as maiores concentrações. Uma maior concentração de MDA pode representar um maior efeito de radicais livres.

A adição dos taninos nas dietas de poedeiras não afetaram os teores de matéria seca das excretas. Referente à digestibilidade das rações com o uso das mesmas concentrações de taninos do experimento de desempenho, as suplementações de 0,5 kg/ton e 1kg/ton de TanH de Castanha Portuguesa (*Castanha sativa*) e de 1kg/ton de TanC de Quebracho (*Schinopsis lorentzii*) em rações para poedeiras não causaram efeitos nos CDMS, CDMM, CDEE, e CDEB das rações. Entretanto, a adição de taninos aumentou o coeficiente de proteína bruta CDPB. A inclusão de 1kg/ton de TanC de Quebracho na dieta de poedeiras proporcionou o melhor CDPB, EMA e EMAn. Maiores valores significam um melhor aproveitamento das dietas pelas galinhas.

Tendo em vista que as inclusões de taninos não causaram quaisquer efeitos negativos sobre os parâmetros avaliados nas galinhas poedeiras e melhoraram o efeito antioxidante, e o tanino condensado obteve o melhor coeficiente de digestibilidade de PB, EMA e EMAn, é sugerido a realização de mais trabalhos com adições maiores que as realizadas neste estudo para melhor compreensão.