



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS MINISTRO PETRÔNIO PORTELLA.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA TROPICAL**

FRANCISCA LUANA DE ARAÚJO CARVALHO

**ÓLEO DE BURITI (*Mauritia Flexuosa* L.) COMO ADITIVO FUNCIONAL
ALTERNATIVO AOS MELHORADORES DE CRESCIMENTO EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS AO DESAFIO SANITÁRIO**

**TERESINA-PI
2025**

FRANCISCA LUANA DE ARAÚJO CARVALHO

**ÓLEO DE BURITI (*Mauritia Flexuosa* L.) COMO ADITIVO FUNCIONAL
ALTERNATIVO AOS MELHORADORES DE CRESCIMENTO EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS AO DESAFIO SANITÁRIO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical (PPGZT) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para a obtenção do título de Doutora.
Área de concentração: Produção Animal nos Trópicos
Linha de pesquisa: Produção de Alimentos e Nutrição Animal nos Trópicos

Orientador: Profa. Dra. Leilane Barros Rocha Dourado

TERESINA-PI

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial CCA
Serviço de Representação da Informação

- C331o Carvalho, Francisca Luana de Araújo.
 Óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) como aditivo funcional alternativo aos melhoradores de crescimento em dietas para frangos de corte submetidos ao desafio sanitário. / Francisca Luana de Araújo Carvalho. -- 2025.
 208 f.
- Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical, 2025.
 “Orientadora: Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado.”
1. Estabilidade oxidativa da carne. 2. Integridade intestinal. 3. Estresse oxidativo. 4. Óleo de buriti. 5. óleos funcionais. I. Dourado, Leilane Rocha Barros. II. Título.
- CDD 636.5084

Bibliotecário: Rafael Gomes de Sousa - CRB3/1163

**ÓLEO DE BURITI (MAURITIA FLEXUOSA L.) COMO ADITIVO FUNCIONAL
ALTERNATIVO AOS MELHORADORES DE DESEMPENHO EM DIETAS PARA
FRANGO DE CORTE SUBMETIDOS A DESAFIO SANITÁRIO**

FRANCISCA LUANA DE ARAÚJO CARVALHO

Tese aprovada em: 29/08/2025

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **LEILANE ROCHA BARROS DOURADO**
Data: 01/10/2025 11:18:06-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado (Presidente) / DZO/CCA/UFPI

Documento assinado digitalmente
 **MICHELLE DE OLIVEIRA MAIA PARENTE**
Data: 11/10/2025 08:56:36-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente (Interna) / DZO/CCA/UFPI

Documento assinado digitalmente
 **HATAWA MELO DE ALMEIDA MONTEIRO**
Data: 07/10/2025 19:14:48-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Hatawa Melo de Almeida Monteiro (Interna) / DMV/CCA/UFPI

Documento assinado digitalmente
 **BRUNO BALDINO LEME**
Data: 03/10/2025 14:37:47-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Bruno Balbino Leme (Externo) / UNESP

Documento assinado digitalmente
 **VALQUIRIA SOUSA SILVA**
Data: 15/10/2025 16:30:37-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Valquíria Sousa Silva (Externa) / UNIATENEU

DEDICATÓRIA

A Deus, por guiar meus passos, fortalecer minha fé e me sustentar nos momentos de cansaço e incerteza. A mim mesma, por não desistir. Aos meus pais, pelo amor, apoio e confiança. Aos meus avós, *in memoriam*, pelo carinho e exemplo de força. À minha orientadora pela dedicação, apoio e inspiração ao longo dessa jornada. Aos amigos que permaneceram ao meu lado, lembrando-me da minha capacidade.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela sabedoria, força e proteção concedidas ao longo dessa caminhada, permitindo que cada etapa desta jornada fosse superada com fé e perseverança.

À **minha família**, em especial aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo apoio em todas as decisões e pela base sólida que sempre me ofereceram. Agradeço também aos meus avós, *in memoriam*, por todo o apoio e por saber que, mesmo de longe, continuam me encorajando constantemente.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a **Leilane Barros Rocha Dourado**, pela orientação segura, pela dedicação incansável, paciência e por todo o conhecimento científico, ético e humano compartilhado ao longo desta trajetória. Sua contribuição foi, e sempre será, essencial para a realização desta pesquisa, deste sonho e para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical** da Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade, estrutura e suporte oferecidos ao longo do curso.

Aos **professores do programa**, pelas valiosas contribuições teóricas e metodológicas, e aos colegas de pesquisa, pela troca de ideias, pela parceria e pela convivência enriquecedora.

Aos laboratórios **GEMA, LANA, LAFMOL e LABMORF da UFPI**, aos seus respectivos chefes e a todos os técnicos, pelo suporte essencial nas etapas práticas desta pesquisa, pela disponibilidade e colaboração em todos os momentos. Ao **Laboratório de Química da UFC** e aos colaboradores **Prof. Ednardo, Valquíria e Luana**, pela importante contribuição e apoio técnico durante a realização deste trabalho.

Agradeço à minha companheira de doutorado, **Iara**, pelo apoio, parceria e amizade ao longo dessa jornada, pela paciência, compreensão e encorajamento constantes. Às companheiras de mestrado, **Marislene e Érica**, pela colaboração, incentivo e presença ao longo do caminho.

Ao grupo de pesquisa **BEA** e seus colaboradores da graduação que contribuíram com dedicação e entusiasmo: **Alair, Maysa, Joyce, Airton, Isabella, Kaio e Gabriel**.

Aos amigos de fora da pós-graduação, **Augusto, Débora, Adão, Jarlene e Nágila**, agradeço de coração pelo apoio, palavras de força, incentivo e por estarem presentes nos dias mais difíceis. A amizade de vocês foi um alívio e um impulso essencial nessa caminhada.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos, fundamental para a viabilização deste trabalho. Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pelo apoio financeiro que viabilizou a execução desta pesquisa.

À **banca examinadora**, pelas valiosas considerações, críticas construtivas e contribuições que enriqueceram este trabalho.

A **todos** que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo meu sincero agradecimento.

Mas os que esperam no Senhor renovarão as suas forças. Subirão com asas como águias; correrão, e não se cansarão; caminharão, e não se fatigarão.

RESUMO GERAL

O banimento dos antibióticos promotores de crescimento (APC) na avicultura, devido ao risco de resistência microbiana e resíduos na carne, levou à busca por alternativas naturais que mantenham o desempenho, a saúde intestinal e a imunidade. O óleo de buriti (OB), com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e imunomoduladoras, foi avaliado como substituto aos APC em frangos de corte desafiados com cama aviária reutilizada. Foram utilizados 480 pintos machos Ross, distribuídos em quatro tratamentos: controle positivo (com APC), controle negativo (sem APC e sem OB) e duas dietas isentas de APC suplementadas com 0,4% ou 0,8% de OB. Entre o 1º e o 21º dia do período experimental, foram avaliados o desempenho produtivo, a digestibilidade dos nutrientes, os parâmetros hematológicos, a morfometria intestinal e os marcadores oxidativos óxido nítrico (ON) e malonaldeído (MDA). Entre o 35º e o 42º dia, foram reavaliados o desempenho produtivo e os parâmetros hematológicos, além de determinados o rendimento de carcaça e os marcadores oxidativos. Aos 42 dias de idade, foram realizadas as análises de qualidade da carne, atividade antioxidante (DPPH), estabilidade oxidativa (TBARS), morfometria intestinal, microbiota cecal e viabilidade econômica. A inclusão de 0,4% de OB melhorou o desempenho e a conversão alimentar aos 21 dias, aumentou a digestibilidade da proteína bruta, a área de absorção das vilosidades e modulou a resposta imune. A dose de 0,8% foi eficaz em restaurar a concentração de hemoglobina corpuscular média. Aos 35 e 42 dias, a inclusão de 0,4% elevou o peso corporal, o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar, com desempenho equivalente ao grupo com APC. Também aumentou os níveis de proteína total e reduziu o ON sérico, sem alterações hematológicas relevantes. O rendimento de carcaça foi maior aos 42 dias em relação ao controle negativo, com maior atividade antioxidante ao controle positivo. A inclusão de 0,8% reduziu significativamente os níveis de TBARS, sem afetar o pH, a cor, as perdas por gotejamento e cocção ou a força de cisalhamento da carne. A profundidade de cripta duodenal foi reduzida com OB, sem alteração na altura das vilosidades. A inclusão de 0,4% de OB otimizou o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça, a atividade antioxidante e a integridade intestinal, reduzindo ON, MDA sérico, TBARS e profundidade de cripta, sem afetar negativamente a microbiota, a qualidade da carne ou os parâmetros hematológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Estabilidade oxidativa da carne, integridade intestinal; estresse oxidativo, óleo de buriti, óleos funcionais

GENERAL ABSTRACT

The ban on antibiotic growth promoters (AGP) in poultry production, due to the risk of microbial resistance and meat residues, has driven the search for natural alternatives capable of maintaining performance, intestinal health, and immunity. Buriti oil (BO), with antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory properties, was evaluated as a substitute for AGP in broiler chickens challenged with reused poultry litter. A total of 480 male Ross chicks were allocated to four treatments: positive control (with AGP), negative control (without AGP and without BO), and two AGP-free diets supplemented with 0.4% or 0.8% BO. From 1 to 21 days of age, productive performance, nutrient digestibility, hematological parameters, intestinal morphometry, and oxidative markers nitric oxide (NO) and malondialdehyde (MDA) were evaluated. At 35 and 42 days, performance, carcass yield, hematological parameters, and oxidative markers were reassessed. At 42 days, meat quality, antioxidant activity (DPPH), oxidative stability (TBARS), intestinal morphometry, cecal microbiota, and economic viability were also analyzed. Inclusion of 0.4% BO improved performance and feed conversion at 21 days, increased crude protein digestibility, villus absorption area, and modulated the immune response. The 0.8% level effectively restored mean corpuscular hemoglobin concentration. At 35 and 42 days, 0.4% BO increased body weight, weight gain, and improved feed conversion, with performance comparable to the AGP group. It also increased total protein levels and reduced serum NO, without relevant changes in hematological parameters. Carcass yield at 42 days was higher compared to the negative control, with greater antioxidant activity than the positive control. The 0.8% level significantly reduced TBARS values without affecting pH, color, drip loss, cooking loss, or meat shear force. Duodenal crypt depth was reduced with BO, without changes in villus height. Inclusion of 0.4% BO optimized productive performance, carcass yield, antioxidant activity, and intestinal integrity, reducing NO, serum MDA, TBARS, and crypt depth, without negatively affecting microbiota, meat quality, or hematological parameters.

KEYWORDS: meat oxidative stability; intestinal integrity; oxidative stress modulation; buriti oil; functional oils

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Fluxograma do processo de extração do óleo de buriti, incluindo as etapas de coleta, beneficiamento e armazenamento. 45
- Figura 2. Propriedades funcionais do óleo de buriti, com destaque para os efeitos antioxidantes, imunomoduladores e benefícios sobre a integridade intestinal..... 46

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Composição percentual e características dos principais ácidos graxos presentes no óleo de buriti	43
Tabela 2. Efeitos fisiológicos atribuídos ao óleo de buriti em modelos experimentais..	44

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição nutricional das dietas de frangos de corte alimentados em função da fase (dias de idade)	87
Tabela 2. Valores de inclusão de óleo de buriti para compor as dietas experimentais e antibiótico promotor de crescimento para dieta controle dos frangos de corte com ajuste de inerte e óleo de soja para manutenção do nível energético dietético.....	88
Tabela 3. Desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti aos 21 dias de idade.....	89
Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade de nutrientes em frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti.....	90
Tabela 5. Parâmetros hematológicos de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti.....	91
Tabela 6. Parâmetros leucocitários, níveis séricos de MDA e óxido nítrico de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti	92
Tabela 7. Efeito da suplementação dietética com antibiótico promotor de crescimento e óleo de buriti nas vilosidades e criptas do duodeno e jejuno de frangos de corte aos 21 dias de idade	93

CAPÍTULO III

Tabela 1. Composição nutricional das dietas de frangos de corte alimentados em função da fase (d de idade) ¹	138
Tabela 2. Valores de inclusão de óleo de buriti para compor as dietas experimentais e antibiótico promotor de crescimento para dieta controle dos frangos de corte com ajuste de inerte e óleo de soja para manutenção do nível energético dietético destacado na tabela 1 ²	139

Tabela 3. Desempenho produtivo acumulado (1 a 35 e 1 a 42 d de idade) de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti	140
Tabela 4. Parâmetros hematológicos de frangos de corte aos 42 d de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti.....	141
Tabela 5. Parâmetros leucocitários, níveis séricos de MDA e óxido nítrico de frangos de corte aos 42 d de idade, alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou suplementadas com óleo de buriti	142
Tabela 6. Efeito da suplementação dietética com antibiótico promotor de crescimento e óleo de buriti nas vilosidades e criptas do duodeno e jejuno de frangos de corte aos 42 d de idade	143
Tabela 7. Rendimento de carcaça e pesos relativos dos órgãos de frangos de corte aos 35 d de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti	144
Tabela 8. Efeito da suplementação de óleo de buriti sobre a população microbiana cecal ($\log^{10}$ UFC/g) de frangos de corte aos 42 d de idade.....	145
Tabela 9. Análise de viabilidade econômica da inclusão de óleo de buriti em dietas sem antibiótico para frangos de corte aos 42 d de idade.....	146

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Composição nutricional das dietas de frangos de corte alimentados em função da fase (dias de idade)	183
Tabela 2. Valores de inclusão de óleo de buriti para compor as dietas experimentais e antibiótico promotor de crescimento para dieta controle dos frangos de corte com ajuste de inerte e óleo de soja para manutenção do nível energético dietético.....	184
Tabela 3. Rendimento de carcaça e pesos relativos dos órgãos de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti	185
Tabela 4. Efeito da inclusão de óleo de buriti nas dietas sobre os parâmetros de cor e qualidade da carne de peito de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	186
Tabela 5. Efeito do óleo de buriti sobre a atividade antioxidante e a oxidação lipídica na carne de frangos de corte aos 42 dias.....	187

LISTA DE SIGLAS

a*	Intensidade da cor vermelha da carne
ABTS	Ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)
ANOVA	Análise de variância
APC	Antibióticos promotores de crescimento
AC	Altura da cripta
AV	Altura do vilo
b*	Intensidade da cor amarela da carne
CA	Conversão alimentar
CAT	Catalase
CHCM	Concentração de hemoglobina corpuscular média
CM	Camada muscular
CMA	Custo médio de alimentação
CONCEA	Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal
CN	Controle positivo
CP	Controle negativo
CR	Consumo de ração
CV	Coeficiente de variação
D	Dia
DAS	Dieta sem antibiótico promotor de crescimento
DPPH	2,2-difenil-1-picrilidrazil
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
ERRO	Espécies reativas de oxigênio
G	Grama
GLM	Modelo linear generalizado
GP	Ganho de peso
GPx	Glutathione peroxidase
FC	Força de cisalhamento
fL	Femtolitros
iNOS	Óxido nítrico sintase induzível
IL-6	Interleucina 6
IRR	Índice relativo de rentabilidade
L*	Luminosidade da carne
L	Litro
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade
LC	Largura da cripta
LV	Largura do vilo
MBM	Margem bruta média
MDA	Malonaldeído
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
μM	Micrômetro
Mmol	Micromol
OB	Óleo de buriti
ON	Óxido nítrico
NF-κB	fator nuclear kappa B

P	Probabilidade
PB	Proteína bruta (composição da dieta)
Ph	Potencial de Hidrogênio
PPC	Perda por cocção
PPG	Perda por gotejamento
RA	Rendimento de asa
RBM	Renda bruta média
RC	Rendimento de carcaça
RGA	Rendimento de gordura abdominal
RCx	Rendimento de coxa
RM	Rendimento de moela
RM	Rentabilidade média
RP	Rendimento de peito
RVC	Relação vilo cripra
RSC	Rendimento de sobrecoxa
RT	Rendimento de tulipa
SEM	Erro padrão da média
SNK	Student-Newman-Keuls
SOD	Superóxido dismutase
PMC	Peso média corporal
PRFB	Peso relativo da bursa de Fabricius
PRF	Peso relativo do fígado
PRC	Peso relativo do coração
PV	Perímetro do vilo
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TNF- α	Fator de necrose tumoral alfa
UFC	unidades formadoras de colônias
VGM	Volume globular médio

SUMÁRIO

GENERAL ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I. REVISÃO DE LITERATURA	3
RESUMO.....	5
1. Introdução.....	6
2. Caracterização da Palmeira Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L): Ocorrência, Produção e Composição dos Frutos	7
3. APC em dietas para frangos de corte	8
3.1 Efeitos produtivos e mecanismos de ação.....	8
2.1 Riscos associados ao uso prolongado.....	8
2.2 Impactos na microbiota intestinal	8
2.3 Consequências da retirada dos APC	9
3 Desafios sanitários na produção intensiva de frangos de corte.....	9
3.1 Condições da avicultura intensiva e risco sanitário	9
3.2 Cama reutilizada como fonte de patógenos	10
3.3 Principais agentes e doenças associadas.....	10
3.4 Impactos econômicos e riscos à segurança alimentar	11
3.5 Estratégias de controle e alternativas aos APC	12
4 Benefícios dos aditivos fitogênicos em frangos de corte	12
4.1 Destaque para os óleos funcionais	14
5 Óleos funcionais: conceito e aplicação na avicultura.....	14
5.1 Evidências práticas dos óleos funcionais sob desafio sanitário.....	15
5.2 Viabilidade econômica e perspectivas de uso comercial.....	16
6. Potencial do OB na avicultura	16
6.1 Método de extração do OB no Piauí.....	16
6.1.1 Coleta dos frutos.....	17
6.1.2 Processamento	17
6.1.3 Filtração e armazenamento	17
6.2 Composição química e propriedades funcionais do OB nas dietas de frangos de corte	17
6.2.1 Efeitos sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes	18
7. Considerações finais.....	22
8. Referências.....	22
9. Tabelas.....	43

10. Figuras	45
CAPÍTULO II	47
RESUMO	49
8. Contribuições dos autores	66
9. Referências	67
10. Tabelas	87
CAPÍTULO III	94
RESUMO	96
INTRODUÇÃO	97
MATERIAIS E MÉTODOS	98
<i>Aprovação Ética</i>	98
<i>Local e Período Experimental</i>	98
<i>Animais, Delineamento Experimental</i>	99
<i>Dietas Experimentais</i>	99
<i>Desafio Sanitário</i>	99
<i>Manejo</i>	100
<i>Desempenho Produtivo</i>	100
<i>Avaliação Dos Parâmetros Sanguíneos</i>	101
<i>Estabilidade Oxidativa e Ensaio de Nitrito do Soro Sanguíneo</i>	102
<i>Avaliação Morfométrica Intestinal</i>	102
<i>Avaliação do Rendimento de Carcaça</i>	103
<i>Contagem de População Microbiana Cecal</i>	103
<i>Medidas de Viabilidade Econômica</i>	103
<i>Análise Estatística</i>	104
REFERÊNCIAS	117
TABELAS	138
CAPÍTULO IV	147
Resumo	149
Referências	163
Tabelas	183
CONSIDERAÇÕES FINAIS	188

INTRODUÇÃO GERAL

A crescente resistência antimicrobiana tem levado à retirada dos antibióticos promotores de crescimento (APC) na produção animal. Apesar de eficazes no desempenho produtivo e na saúde intestinal, os APC estão associados à disseminação de genes de resistência e à contaminação da cadeia alimentar (Nhara et al., 2024). Sua remoção, no entanto, pode comprometer a eficiência zootécnica.

Nesse contexto, óleos funcionais e essenciais surgem como alternativas por apresentarem propriedades antimicrobianas, antioxidantes e imunomoduladoras, com potencial para manter o desempenho produtivo quando utilizados de forma estratégica (Contini et al., 2020; Puvača et al., 2022).

Na avicultura intensiva, infecções por *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* são comuns e afetam a integridade intestinal, a absorção de nutrientes e o desempenho (Awad et al., 2017). Essas bactérias oportunistas estão associadas à inflamação, estresse oxidativo e disbiose. O uso de aditivos vegetais, como óleos funcionais, tem sido eficaz na redução desses efeitos e na manutenção da homeostase intestinal sem uso de antibióticos (Nhara et al., 2024; Shekhu, 2025).

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é uma palmeira nativa de áreas úmidas da Amazônia, Cerrado e Mata dos Cocais, com ampla distribuição no Brasil, especialmente nos estados do Norte e Nordeste (Teixeira et al., 2022). Adaptada a solos hidromórficos, ocorre naturalmente em veredas, brejos e margens de rios, formando densas populações conhecidas como buritizais (Guimarães et al., 2021). A espécie apresenta frutificação anual a bianual, com pico de produção entre os meses de dezembro e junho (Ávila et al., 2023). A produtividade média varia de 10 a 25 toneladas de frutos por hectare, dependendo da densidade populacional e das condições ambientais (Barboza et al., 2022).

O óleo extraído da polpa é amplamente disponível no mercado regional, tanto na forma artesanal quanto industrial, sendo utilizado como ingrediente cosmético, alimentício e potencial aditivo funcional em dietas animais. Esse produto destaca-se entre os aditivos naturais por conter ácidos graxos como oleico (~78%), palmítico (~18,56%) e linoleico (1,88%), além de carotenoides (1,6–3,0 mg/g), tocoferóis e flavonoides (Santos Moraes et al., 2022; Dourado et al., 2025). O óleo bruto apresenta estabilidade oxidativa, preservando esses compostos durante o processamento e armazenamento (Marcelino et al., 2022).

Esses compostos estão associados ao controle microbiano, modulação imune e ação antioxidante (Cruz et al., 2020; Aquino et al., 2023). Sua inclusão em dietas sem antibióticos mantém ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça, sem aumentar os custos

de produção (Carvalho et al., 2024). Também foi observada ação sinérgica com antibióticos e atividade antimicrobiana contra *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (Batista et al., 2012; Pereira et al., 2018; Monteiro et al., 2019).

Os compostos bioativos do óleo favorecem a eubiose intestinal, inibem patógenos e estimulam alterações morfológicas, como maior altura de vilosidades e relação vilo:cripta (Zhang et al., 2021; Santis et al., 2022; Nhara et al., 2024). Esses efeitos incluem a ativação de enzimas digestivas e da resposta imune, favorecendo a digestibilidade, o uso eficiente de energia e nutrientes, a redução do estresse oxidativo e da inflamação intestinal e ativação da resposta linfocitária (Carvalho, 2019; Dourado et al., 2025).

Sua composição está associado à redução de malonaldeído (MDA) e ao aumento da capacidade antioxidante total em tecidos animais, reforçando seu potencial na modulação do estresse oxidativo (Aquino et al., 2023), embora seus efeitos diretos na carne ainda sejam pouco explorados. Também melhora cor e textura da carne, com maior pigmentação e hidratação do colágeno, efeitos atribuídos à presença de β -carotenos e xantofilas (Dourado et al., 2025). Essas características podem agregar valor funcional à carne, com possíveis benefícios à saúde humana, por fornecer compostos antioxidantes naturais incorporados ao tecido muscular.

Portanto, este estudo tem como objetivo avaliar o efeito da inclusão dietética de óleo de buriti em galinhas poedeiras criadas sem antibiótico promotor de crescimento e submetidas ao desafio sanitário por *Escherichia coli*, considerando desempenho produtivo, morfometria intestinal, resposta imune, status oxidativo sanguíneo, qualidade interna e externa dos ovos, características físico-químicas da gema, capacidade antioxidante e estabilidade oxidativa.

CAPÍTULO I. REVISÃO DE LITERATURA

Óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) como aditivo funcional em substituição aos antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte sob desafio sanitário

A presente revisão foi elaborada atendendo aos pré-requisitos para submissão à revista
Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition

Óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) como aditivo funcional em substituição aos antibióticos
promotores de crescimento em frangos de corte sob desafio sanitário

Francisca Luana de A. Carvalho*, Leilane Rocha Barros Dourado[†], Iara Silva Sousa[‡]

Afiliações

Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Teresina 64049-550, PI, Brasil

Autor correspondente: Francisca Luana de Araújo Carvalho, luanaraielly@hotmail.com,

RESUMO

A crescente restrição ao uso de antibióticos promotores de crescimento (APC) na avicultura intensificou a busca por aditivos naturais com propriedades funcionais. O óleo de buriti (OB), extraído do fruto da *Mauritia flexuosa* L., destaca-se por sua composição rica em ácidos graxos insaturados, carotenoides, tocoferóis e compostos fenólicos. Esta revisão analisa evidências sobre os efeitos do OB na alimentação de frangos de corte submetidos a desafio sanitário, com ênfase em sua ação antimicrobiana, antioxidante e imunomoduladora. Resultados demonstram que sua inclusão na dieta favorece a morfologia intestinal, modula a microbiota, reduz o estresse oxidativo e mantém o desempenho produtivo. Além disso, o OB contribui para a estabilidade do pH e coloração da carne, sem comprometer a viabilidade econômica. Embora os estudos apontem efeitos promissores, a maioria foi conduzida em condições sanitárias controladas, sendo necessárias investigações adicionais em contextos de pressão microbiológica. O conjunto de evidências posiciona o OB como aditivo funcional com potencial para substituir os APC em sistemas produtivos sustentáveis.

Palavra-chave: Antioxidantes naturais, desafio sanitário, óleo de buriti, óleos funcionais, qualidade de carne.

1. Introdução

O uso de antibióticos promotores de crescimento (APC) foi amplamente adotado na avicultura para otimizar o desempenho produtivo e a saúde intestinal. No entanto, sua restrição em vários países devido ao risco de resistência antimicrobiana e impactos na segurança alimentar tem impulsionado a busca por alternativas que mantenham a eficiência zootécnica sob condições sanitárias desafiadoras (He et al., 2023; Castilho Heiss et al., 2025). No Brasil, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) proibiu progressivamente o uso de APC entre 2009 e 2020, culminando com a Instrução Normativa nº 1/2020, que restringe o registro e o uso de antibióticos com potencial de induzir resistência microbiana, permitindo apenas o emprego terapêutico sob prescrição veterinária (Rabello et al., 2020).

Dentre as alternativas, aditivos fitogênicos têm se destacado por suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e imunomoduladoras (Rossi et al., 2020). Óleos essenciais e funcionais demonstram efeitos semelhantes aos APC, sem os riscos associados ao uso prolongado de antimicrobianos (Abdelli et al., 2021; J. Wang et al., 2024). Os óleos essenciais são compostos voláteis extraídos por destilação de folhas, flores ou cascas e ricos em terpenos e fenóis, enquanto os óleos funcionais são lipídios não voláteis obtidos por prensagem de frutos ou sementes, com alta concentração de ácidos graxos, tocoferóis e carotenoides. Ambos possuem atividade antimicrobiana, antioxidante e imunomoduladora, sendo considerados aditivos promissores na nutrição de aves (Cruvinel et al., 2023).

O óleo de buriti (OB) é uma fonte lipídica funcional com alto teor de ácido oleico (~78%) e presença de carotenoides, tocoferóis e compostos fenólicos (Speranza et al., 2015). Esses compostos têm sido associados à modulação de vias inflamatórias, proteção contra o estresse oxidativo e suporte à função imunológica (Batista et al., 2012; Barboza et al., 2022). Na alimentação de frangos de corte, o OB tem potencial para melhorar o desempenho produtivo, a morfologia intestinal e a qualidade da carne (Faria et al., 2020; Santos Moraes et al., 2022).

Estudos indicam que sua inclusão na dieta favorece o ganho de peso, melhora a conversão alimentar e mantém o rendimento de carcaça (Carvalho et al., 2024). Além disso, a suplementação com OB promove vilosidades mais longas e criptas mais rasas, aumentando a superfície absorptiva e a eficiência digestiva (Santis et al., 2022). Os pigmentos naturais presentes, como β -caroteno e xantofilas, intensificam a coloração da carne e contribuem para a estabilidade do pH pós-abate, atributos valorizados comercialmente (Dourado et al., 2025).

O óleo também apresenta efeito antimicrobiano frente a patógenos entéricos relevantes, incluindo *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. (Batista et al., 2012;

Pereira et al., 2018; Monteiro et al., 2019). Em sistemas intensivos, esses microrganismos comprometem a integridade da mucosa intestinal, reduzem a absorção de nutrientes e elevam a mortalidade, além de representarem risco à saúde pública. Nesse contexto, o uso de aditivos naturais com atividade antimicrobiana e propriedades fisiológicas benéficas, como o OB, pode contribuir para mitigar os efeitos negativos da retirada dos APC.

Esta revisão sintetiza evidências sobre os efeitos do OB na alimentação de frangos de corte, com foco no desempenho produtivo, integridade intestinal, resposta imune, microbiota, estabilidade oxidativa e qualidade da carne sob condições de desafio sanitário.

2. Caracterização da Palmeira Buriti (*Mauritia flexuosa* L): Ocorrência, Produção e Composição dos Frutos

O buriti, pertencente à família Arecaceae, é uma das palmeiras mais abundantes do Brasil, com ampla ocorrência nos biomas Cerrado e Amazônia e presença marcante no Nordeste, especialmente no Piauí e Maranhão, onde cresce em veredas, brejos e margens de rios. A espécie possui relevância ecológica, social e econômica, sendo amplamente explorada pelo extrativismo. Estimativas regionais indicam que a produção nacional alcança cerca de 70 000 t ano⁻¹ de frutos, com maior concentração nas regiões Norte e Nordeste, o que evidencia sua importância socioeconômica para essas áreas (Guimarães et al., 2021).

Em condições manejadas, a produtividade pode variar entre 2,5 e 25 t ha⁻¹ ano⁻¹, dependendo das condições edafoclimáticas, densidade de palmeiras e práticas de manejo (Barboza et al., 2022). Estima-se que a produção média anual de polpa seja de aproximadamente 0,79 t ha⁻¹, resultando em cerca de 17 kg ha⁻¹ de óleo (Cunha et al., 2012).

O óleo é o principal produto da cadeia de valor do buriti, apresentando composição lipídica e funcional de destaque. Contém aproximadamente 78% de ácido oleico, 18,5% de ácido palmítico e 1,9% de ácido linoleico, além de pequenas quantidades de ácido esteárico e mirístico (Santos Moraes et al., 2022; Dourado et al., 2025). Possui 1,6 a 3,0 mg/g de carotenoides totais, com predominância de β -caroteno, e 0,6 a 1,2 mg/g de tocoferóis, principalmente α -tocoferol, além de compostos fenólicos e flavonoides (Monteiro et al., 2019; Marcelino et al., 2022).

Na alimentação animal, o óleo de buriti tem sido utilizado por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas, e também apresenta atividades quimiopreventivas e imunomoduladoras (Monteiro et al., 2019; Cruz et al., 2020). É considerado um ingrediente funcional com potencial para reduzir o estresse oxidativo e

distúrbios metabólicos, contribuindo para a saúde geral e o desempenho produtivo das aves (M. T. Khan et al., 2024).

3. APC em dietas para frangos de corte

3.1 Efeitos produtivos e mecanismos de ação

O uso de APC tem sido amplamente relatado na avicultura devido aos seus efeitos sobre o desempenho produtivo e a saúde intestinal das aves (Zuidhof et al., 2014). Esses compostos são incluídos em doses subterapêuticas com a finalidade de modular a microbiota intestinal, reduzindo a colonização por bactérias patogênicas e oportunistas que competem por nutrientes e induzem inflamação subclínica (Rahman et al., 2022). Sob essas condições, foi descrita menor ativação do sistema imune e maior eficiência absorptiva, resultando em melhor conversão alimentar e maior ganho de peso (Baldi et al., 2020).

Os mecanismos de ação dos APC variam conforme a classe antimicrobiana, incluindo a inibição da síntese proteica, da parede celular ou a desestabilização da membrana plasmática de bactérias (Zhang et al., 2021). Esses efeitos foram associados à menor produção de metabólitos tóxicos, como aminas biogênicas e lipopolissacarídeos, por microrganismos indesejáveis, os quais comprometem a digestibilidade e o desempenho produtivo (Gadde et al., 2017). Também foi relatada redução na incidência de enteropatias, mortalidade e heterogeneidade dos lotes, com incremento da eficiência produtiva, especialmente em condições de desafio sanitário (Rahman et al., 2022).

2.1 Riscos associados ao uso prolongado

Diversos autores apontaram que o uso prolongado e indiscriminado de APC tem contribuído para o aumento da resistência antimicrobiana (Hedman et al., 2020; Obiebe et al., 2024; Paul et al., 2022). A presença de resíduos e a transferência de genes de resistência por meio da cadeia alimentar foram apontadas como riscos à saúde pública, o que motivou regulamentações restritivas e a proibição do uso desses aditivos em várias regiões, incluindo a União Europeia (Aidara-Kane et al., 2018). No Brasil, a maioria dos APC foi gradualmente proibida, e aqueles ainda permitidos são utilizados em doses subterapêuticas, que não requerem período de carência por não gerarem resíduos detectáveis na carne destinada ao consumo humano (MAPA, 2020).

2.2 Impactos na microbiota intestinal

Os APC atuam sobre a microbiota intestinal ao reduzir a população bacteriana total, incluindo microrganismos patogênicos e comensais. Essa ação diminui a fermentação indesejada, reduz a produção de amônia e toxinas e melhora a eficiência na absorção de nutrientes (He et al., 2023). Entretanto, o uso contínuo desses compostos altera o equilíbrio microbiano e favorece a seleção de cepas resistentes, com perda da diversidade bacteriana e redução de grupos benéficos, como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (Degruttola et al., 2016; Kalia et al., 2022).

Esse desequilíbrio caracteriza um quadro de disbiose, que pode estar associado a alterações na integridade da barreira intestinal e nos sistemas imunológico e metabólico (Hrncir, 2022). Essas mudanças comprometem a colonização competitiva e a imunomodulação intestinal, aumentando a suscetibilidade a enteropatógenos e a dependência de antimicrobianos. Além disso, a presença de genes de resistência na microbiota pode ser transferida horizontalmente a outras bactérias, representando risco para a segurança alimentar e saúde pública (Aidara-Kane et al., 2018; Castilho Heiss et al., 2025)

2.3 Consequências da retirada dos APC

A retirada gradual dos APC das dietas tem sido associada a desafios na manutenção do desempenho produtivo e da imunocompetência das aves, inclusive em condições sanitariamente controladas. Esses efeitos foram descritos como mais acentuados sob exposição a patógenos entéricos (Castilho Heiss et al., 2025). A ausência do efeito antimicrobiano levou ao aumento da carga microbiana e da fermentação indesejada, favorecendo a proliferação de patógenos como *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.* e *Escherichia coli* (Diaz Carrasco et al., 2019; Abdelli et al., 2021).

Essas alterações comprometem a integridade da mucosa, elevam a incidência de enterites e reduzem a eficiência alimentar, com reflexos negativos no ganho de peso e na conversão alimentar (He et al., 2023). Além disso, a retirada dos APC aumentou a variabilidade zootécnica entre lotes, exigindo maior controle da biossegurança e do manejo nutricional. Esse cenário impulsionou a busca por aditivos alternativos, como ácidos orgânicos, probióticos, prebióticos e óleos essenciais e funcionais, capazes de modular a microbiota e restaurar a homeostase intestinal sem risco de resistência antimicrobiana (Cruvinel et al., 2023; Castilho Heiss et al., 2025).

3 Desafios sanitários na produção intensiva de frangos de corte

3.1 Condições da avicultura intensiva e risco sanitário

A avicultura moderna é caracterizada por elevada densidade populacional, crescimento rápido e ambiente altamente controlado, fatores que aumentam a produtividade, mas também elevam o risco de disseminação de agentes patogênicos. A alta concentração de aves e o contato contínuo com fezes, cama reutilizada e poeira favorecem a propagação de microrganismos entéricos, como *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Clostridium perfringens* (Gadde et al., 2017; Abdelli et al., 2021).

A intensificação do sistema de produção, aliada ao estresse térmico e à competição por espaço, compromete a integridade da mucosa intestinal e a resposta imune local, predispondo as aves a infecções subclínicas e inflamação crônica. Esses fatores reduzem a eficiência de absorção de nutrientes e o desempenho produtivo, principalmente na ausência de antibióticos promotores de crescimento (He et al., 2023). O controle sanitário nesse contexto depende de estratégias integradas de manejo, biossegurança e uso de aditivos funcionais capazes de modular a microbiota e reforçar a barreira intestinal (Cruvinel et al., 2023).

3.2 Cama reutilizada como fonte de patógenos

A reutilização de cama é uma prática comum na avicultura intensiva devido ao custo de substituição e à disponibilidade limitada de substratos, porém representa um importante fator de risco sanitário. A matéria orgânica acumulada serve como reservatório de microrganismos entéricos, incluindo *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Clostridium perfringens*, além de fungos e parasitas como *Eimeria spp.* (Diaz Carrasco et al., 2019; Abdelli et al., 2021). Esses agentes podem persistir entre lotes e contaminar aves por contato direto ou ingestão de partículas contaminadas, comprometendo a saúde intestinal e o desempenho produtivo (Lee et al., 2023).

A presença de ureia, umidade e pH alcalino favorece a multiplicação bacteriana e a produção de amônia, que danifica o epitélio respiratório e aumenta a suscetibilidade a infecções secundárias (Lu et al., 2003; Ekunseitan et al., 2025). Assim, a cama reutilizada constitui um elo crítico na manutenção e recirculação de patógenos dentro do sistema de produção, especialmente na ausência de APC. Estratégias de manejo, tratamento térmico e uso de aditivos com ação antimicrobiana e antioxidante têm sido propostas para reduzir a carga microbiana e mitigar os efeitos deletérios dessa prática (He et al., 2023; Cruvinel et al., 2023). Modelos experimentais têm utilizado essa prática como indutor de desafio sanitário.

3.3 Principais agentes e doenças associadas

Os principais agentes entéricos relacionados a distúrbios digestivos em frangos de corte incluem *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* e *Eimeria spp.*, com ocorrência frequente em sistemas de criação intensiva e sob condições de cama reutilizada (Shaji et al., 2023). *Salmonella* e *E. coli* estão associadas a enterites bacterianas e septicemias, comprometendo a integridade da mucosa e aumentando a excreção fecal de (Apostolakos et al., 2021).

Clostridium perfringens é o agente etiológico da enterite necrótica, caracterizada por necrose do epitélio intestinal e redução da absorção de nutrientes (Abdelli et al., 2021). Infecções por *Eimeria spp.* promovem destruição das vilosidades e sangramento intestinal, predispondo à proliferação secundária de bactérias anaeróbias (Williams, 2005). Esses agentes, isolados ou em associação, induzem inflamação crônica, aumento da permeabilidade intestinal e estresse oxidativo, resultando em perda de desempenho e maior mortalidade em lotes sem APC.

3.4 Impactos econômicos e riscos à segurança alimentar

Infecções entéricas reduzem ganho de peso, pioram a conversão alimentar, elevam mortalidade e condenações. A colibacilose é citada entre as principais causas de perdas econômicas (Apostolakos et al., 2021; Shanmugasundaram et al., 2022). Aves infectadas podem contaminar carcaças durante o abate. A presença de *Salmonella spp.*, *E. coli* produtora de toxina Shiga, coliformes e *Enterobacteriaceae* está relacionada a falhas sanitárias e risco de toxinfecção (Kadariya et al., 2014; Chinivasagam et al., 2022).

Os surtos entéricos e as infecções bacterianas decorrentes do desequilíbrio da microbiota intestinal representam uma das principais causas de perdas econômicas na avicultura intensiva. Esses distúrbios reduzem o ganho de peso, elevam a conversão alimentar e aumentam os custos com medicamentos e mortalidade (Diaz Carrasco et al., 2019; He et al., 2023). Além dos prejuízos produtivos, a presença de patógenos como *Salmonella spp.* e *Escherichia coli* na carne e nos produtos avícolas constitui um risco direto à segurança alimentar e à saúde pública (Aidara-Kane et al., 2018).

Resíduos de antibióticos e a disseminação de genes de resistência microbiana ao longo da cadeia de produção intensificam esse risco, comprometendo a confiança do consumidor e as exportações (Abdelli et al., 2021). A necessidade de controlar perdas econômicas sem recorrer a antimicrobianos sintéticos tem impulsionado o uso de estratégias naturais capazes de modular a microbiota, reduzir a colonização por patógenos e manter a produtividade em sistemas de criação sem antibióticos.

3.5 Estratégias de controle e alternativas aos APC

Historicamente, os APC foram utilizados para mitigar os efeitos sanitários da produção intensiva. Com as restrições impostas ao seu uso, aditivos naturais passaram a ser investigados quanto à capacidade de preservar o desempenho, modular a imunidade e manter a integridade intestinal (Erinle et al., 2023; J. Wang et al., 2024). A superação dos desafios sanitários em sistemas sem APC requer estratégias integradas que envolvem manejo, biossegurança e nutrição funcional (Fancher et al., 2020; Van Limbergen et al., 2020). Programas de limpeza e desinfecção entre lotes, controle da umidade e densidade na cama e ventilação adequada reduzem a carga microbiana ambiental e a disseminação de patógenos (He et al., 2023).

Além das medidas de manejo, o uso de aditivos naturais com ação antimicrobiana e imunomoduladora tem se mostrado uma alternativa viável aos APC. Compostos como ácidos orgânicos, probióticos, prebióticos e óleos essenciais ou funcionais podem modular a microbiota intestinal, inibir microrganismos patogênicos e favorecer a resposta imune (Abdelli et al., 2021; Cruvinel et al., 2023). Entre esses, os óleos funcionais, obtidos por prensagem de frutos ou sementes, fornecem compostos bioativos lipossolúveis, como ácidos graxos, tocoferóis e carotenoides, com boa biodisponibilidade e baixo risco de toxicidade (Dourado et al., 2025). Esses aditivos têm demonstrado potencial para manter o desempenho e a integridade intestinal em frangos de corte criados sob condições sanitárias desafiadoras, representando alternativa promissora ao uso de antimicrobianos sintéticos.

4 Benefícios dos aditivos fitogênicos em frangos de corte

Os aditivos fitogênicos são compostos vegetais usados como alternativas aos APC, com potencial para manter o desempenho e a saúde intestinal de frangos sob desafio sanitário (Windisch et al., 2008; Yang et al., 2015). Incluem extratos, óleos essenciais e funcionais, ricos em terpenos, fenóis, ácidos graxos, carotenoides, tocoferóis e flavonoides. Esses compostos apresentam ação antimicrobiana, antioxidante e imunomoduladora, contribuindo para a homeostase intestinal.

O principal mecanismo envolve a modulação da microbiota, com inibição de patógenos e estímulo ao crescimento de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (He et al., 2023). Fenóis e terpenos afetam a permeabilidade da membrana bacteriana e a síntese de proteínas, enquanto carotenoides e tocoferóis reduzem a peroxidação lipídica e o estresse oxidativo (Karadas et

al., 2016). Esses compostos também modulam citocinas e enzimas antioxidantes, fortalecendo a integridade da mucosa e a imunidade local (Perić et al., 2022).

De modo geral, os aditivos fitogênicos favorecem a estabilidade intestinal e a eficiência alimentar, especialmente na ausência de APC. Entre eles, os óleos funcionais obtidos por prensagem a frio apresentam alta concentração de compostos bioativos e boa biodisponibilidade, configurando alternativas sustentáveis e eficazes ao uso de antibióticos sintéticos (Dourado et al., 2025).

Os aditivos fitogênicos são compostos vegetais empregados como alternativas aos APC, com capacidade de atenuar os efeitos do estresse oxidativo e preservar a qualidade da carne de frangos sob desafio sanitário. Sua ação resulta da combinação de mecanismos antimicrobianos, antioxidantes e imunomoduladores (Costa et al., 2020). Entre os principais constituintes, fenóis e terpenos alteram a permeabilidade das membranas bacterianas e interferem na síntese proteica, enquanto carotenoides e tocoferóis reduzem a peroxidação lipídica (Karadas et al., 2016). O ácido oleico contribui para a estabilidade das membranas celulares e para a redução da oxidação lipídica, favorecendo a integridade estrutural e o prolongamento da vida útil da carne. Os flavonoides, por sua vez, apresentam elevada capacidade de neutralizar espécies reativas de oxigênio e de modular a expressão de enzimas antioxidantes, fortalecendo as defesas celulares e retardando alterações oxidativas pós-abate.

Além disso, esses compostos modulam citocinas e enzimas antioxidantes, reforçando a integridade da mucosa e a imunidade local (Perić et al., 2022). De modo geral, os aditivos fitogênicos favorecem a estabilidade intestinal e a eficiência alimentar, especialmente em sistemas livres de APC. Entre eles, os óleos funcionais obtidos por prensagem a frio concentram compostos bioativos lipossolúveis com alta biodisponibilidade, configurando alternativas sustentáveis ao uso de antibióticos sintéticos (Dourado et al., 2025).

Esses aditivos contribuem para a neutralização de radicais livres e redução do estresse oxidativo, promovendo estabilidade celular e funcionalidade tecidual (Suganthi, 2024). Compostos como carotenoides e tocoferóis atuam como doadores de elétrons, interrompendo reações de peroxidação lipídica e preservando a integridade das membranas celulares. A manutenção do equilíbrio redox reduz danos oxidativos a lipídios, proteínas e DNA, promovendo estabilidade estrutural e funcional dos tecidos. Esses efeitos sustentam a eficiência metabólica e contribuem para o desempenho e a saúde geral das aves.

Os aditivos fitogênicos promovem modulação positiva da resposta imune, fortalecendo a resistência a infecções e a estabilidade da microbiota intestinal, o que se reflete em melhor desempenho produtivo (Ahmed et al., 2015; Wang et al., 2024). Ceylan et al. (2024) relataram

que a suplementação com aditivos fitogênicos promoveu aumento no peso corporal médio e ganho de peso, além de reduzir a conversão alimentar. Esses efeitos são atribuídos à interação entre propriedades antioxidantes e imunomoduladoras, que preservam a integridade intestinal e otimizam a utilização de nutrientes.

Diversos estudos têm demonstrado que a inclusão de aditivos fitogênicos em dietas de frangos de corte sob desafio sanitário exerce efeitos relevantes sobre a qualidade e a estabilidade da carne. As principais respostas observadas incluem melhorias na coloração, no pH e na textura, além da redução de processos oxidativos que comprometem a integridade dos tecidos (Cruvinel et al., 2023). A suplementação com fitogênicos também tem sido associada à menor peroxidação lipídica e à maior capacidade antioxidante da carne, conforme evidenciado por ensaios *in vitro* como DPPH e ABTS (Vlaicu et al., 2023). Esses resultados reforçam o potencial desses compostos na preservação das propriedades físico-químicas e sensoriais da carne, especialmente em condições de estresse oxidativo induzido por desafio sanitário.

4.1 Destaque para os óleos funcionais

Os óleos funcionais têm sido investigados como alternativas aos APC devido à presença de compostos bioativos com propriedades antioxidantes, antimicrobianas e imunomoduladoras. Esses óleos contêm elevados teores de ácidos graxos insaturados, tocoferóis, carotenoides, fenóis e flavonoides, que atuam de forma integrada na regulação do equilíbrio redox e na proteção celular frente ao estresse oxidativo.

Óleos de buriti, pequi, rícino, coco e bocaiúva têm apresentado efeitos benéficos sobre o desempenho produtivo, a integridade intestinal, a resposta imune e parâmetros relacionados à qualidade e estabilidade da carne de frangos de corte. A natureza lipofílica desses compostos favorece a absorção intestinal e aumenta a biodisponibilidade sistêmica dos constituintes bioativos, ampliando a capacidade antioxidante dos tecidos. O ácido oleico, principal ácido graxo presente nesses óleos, está associado à estabilização das membranas celulares e à redução da peroxidação lipídica, enquanto compostos fenólicos e tocoferóis contribuem para a manutenção da qualidade e da estabilidade oxidativa da carne sob desafio sanitário.

5 Óleos funcionais: conceito e aplicação na avicultura

Na avicultura, a utilização de óleos funcionais tem sido associada à melhoria do desempenho produtivo, à modulação da microbiota intestinal, ao fortalecimento da resposta imune e à atenuação do estresse oxidativo. Diferentemente dos óleos essenciais, compostos

voláteis com ação antimicrobiana direta, os óleos funcionais exercem efeitos sistêmicos duradouros, relacionados à modulação metabólica e imunológica (Abdelli et al., 2021).

A inclusão de óleos funcionais na dieta de frangos de corte tem sido associada à melhoria do desempenho produtivo, com efeitos positivos sobre o peso médio corporal, ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar (Cruvinel et al., 2023; Perin et al., 2023; Carvalho et al., 2024; Khan et al., 2024;). Os efeitos são atribuídos à modulação da microbiota, à maior integridade intestinal e à menor ativação do sistema imune, o que favorece a absorção de nutrientes e a eficiência metabólica (Abdelli et al., 2021).

Estudos também indicam que a suplementação com óleos funcionais pode manter ou até melhorar o rendimento de carcaça. Murakami et al. (2014) relataram que o óleo de coco preservou o rendimento de carcaça mesmo em dietas com menor densidade energética. Iqbal et al. (2021) verificaram aumento no rendimento de peito com a inclusão de óleo de linhaça, atribuído ao perfil lipídico e à ação anti-inflamatória da dieta.

Óleos funcionais modulam a microbiota intestinal por mecanismos como alteração do pH, inibição da formação de biofilmes e competição por substratos (Bonos et al., 2022). Esses efeitos dificultam a colonização por microrganismos patogênicos, favorecendo o equilíbrio da microbiota com predominância de bactérias benéficas. Esse ambiente mais estável reduz a inflamação da mucosa e preserva a integridade das vilosidades intestinais, ampliando a superfície absorptiva e a atividade enzimática. Consequentemente, há melhora na digestão e na absorção dos nutrientes. Pirgozliev et al. (2019) relataram que óleos funcionais aumentaram a digestibilidade energética e a deposição proteica, reforçando o potencial dos aditivos fitogênicos na eficiência nutricional das dietas.

Também tem sido relatada a redução na produção de espécies reativas de oxigênio e a ativação de sistemas antioxidantes endógenos, como superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase, resultando em melhor equilíbrio redox e preservação da integridade tecidual (Zhang et al., 2021). No sistema imune, observa-se aumento da atividade fagocitária e modulação da liberação de citocinas inflamatórias (Phillips et al., 2023). Esses efeitos favorecem a resistência a infecções entéricas e contribuem para a estabilidade fisiológica das aves, estando associados à melhora da conversão alimentar e do desempenho produtivo (Zhai et al., 2018; Abdelli et al., 2021).

5.1 Evidências práticas dos óleos funcionais sob desafio sanitário

Em frangos de corte desafiados com *Eimeria spp.*, a inclusão combinada de óleo de castanha de caju e óleo de rícino foi associada à redução da excreção de oocistos, menor

presença de *Clostridium perfringens* e preservação da morfologia intestinal, sem prejuízo ao desempenho (Moraes et al., 2023). Resultados semelhantes foram observados em perus, com aumento da altura das vilosidades, melhor conversão alimentar e maior pigmentação da carne (Ferket et al., 2020).

A inclusão de 0,15% de óleo de rícino em dietas isentas de antibióticos resultou em melhora da conversão alimentar, especialmente em rações com menor densidade energética, sendo esses efeitos atribuídos à modulação da microbiota e à ação antimicrobiana dos constituintes lipídicos (Bess et al., 2012). Em desafio com coccidiose, essa mesma formulação modulou a resposta inflamatória e reduziu a excreção de oocistos e a população de *Clostridium perfringens* (Monteiro et al., 2019).

O azeite de oliva também tem sido investigado, apresentando atividade antioxidante e imunomoduladora atribuída aos seus polifenóis. Esses compostos estimulam a produção de citocinas e a proliferação de leucócitos, favorecendo a resposta imune e reduzindo a necessidade de antibióticos (Bilal et al., 2021).

5.2 Viabilidade econômica e perspectivas de uso comercial

A inclusão de óleos funcionais como linhaça e coco tem se mostrado economicamente viável em dietas sem antibióticos. O óleo de linhaça melhorou a conversão alimentar e o rendimento de peito, sem elevar o custo da dieta (Fernandes et al., 2023). O óleo de coco aumentou o ganho de peso e reduziu a mortalidade, com menor custo por quilo de carne produzida (Hassanein et al., 2024). Além disso, esses óleos agregam valor ao produto final por melhorar a qualidade da carne e atender mercados que exigem alimentos naturais.

6. Potencial do OB na avicultura

Com base nas evidências disponíveis, óleos funcionais têm sido propostos como alternativas naturais aos aditivos sintéticos, principalmente em sistemas que restringem o uso de antibióticos. Óleos como os de buriti, rícino, pequi, castanha de caju e oliva têm sido os mais investigados. Entre os óleos vegetais com propriedades funcionais, o OB destaca-se por sua composição rica em ácido oleico, carotenoides, tocoferóis e compostos fenólicos, com efeitos fisiológicos já demonstrados em frangos de corte.

6.1 Método de extração do OB no Piauí

As etapas do processo de obtenção do OB, desde a coleta dos frutos até o armazenamento, estão representadas no fluxograma da Figura 1. O método empregado é o artesanal por fervura, tradicionalmente utilizado na região. Esse procedimento adota práticas sustentáveis e busca preservar a qualidade da matéria-prima, bem como as propriedades físico-químicas do produto final.

6.1.1 Coleta dos frutos

O OB produzido pela Cooperativa Vale do Gurgueia, em Bom Jesus, Piauí, é obtido a partir de frutos colhidos exclusivamente após a queda natural, sem derrubada forçada ou corte de folhas. Essa prática conserva a palmeira (*Mauritia flexuosa*) e reduz o impacto ambiental. A coleta ocorre durante o período de dezembro a março, correspondente à safra regional, quando os frutos atingem plena maturação. Antes da coleta, a área ao redor das plantas é limpa para facilitar o recolhimento, sendo selecionados apenas frutos maduros e íntegros. Frutos verdes, danificados ou em decomposição são descartados, garantindo a qualidade da matéria-prima utilizada na extração do OB.

6.1.2 Processamento

Após a coleta, os frutos são higienizados, despolpados e submetidos à cocção para facilitar a liberação do óleo. A polpa cozida é então prensada, geralmente por meio de processo mecânico, para obtenção do OB bruto. Essa etapa é realizada sem adição de solventes químicos, caracterizando um método artesanal e de baixa interferência industrial. O rendimento médio do processo é de 4 a 5 kg de polpa para a produção de 1 litro de óleo, podendo variar conforme o teor de umidade e o grau de maturação dos frutos.

6.1.3 Filtração e armazenamento

O óleo extraído é filtrado para remoção de resíduos sólidos e impurezas. Em seguida, é armazenado em recipientes escuros, hermeticamente fechados, e mantido em ambiente protegido da luz e calor, a fim de preservar suas propriedades físico-químicas e evitar a oxidação.

6.2 Composição química e propriedades funcionais do OB nas dietas de frangos de corte

As propriedades funcionais do OB e seus efeitos sobre o sistema antioxidante, imunológico e a integridade intestinal estão representados na Figura 2. As principais

características dos ácidos graxos presentes no OB encontram-se descritas na Tabela 1. O OB contém ácidos graxos majoritariamente insaturados, com predomínio de ácido oleico (~78%), linoleico e α -linolênico e palmítico (saturado).

A composição lipídica favorecem a digestibilidade e a absorção intestinal, especialmente por sua capacidade de formação de micelas mistas (Faria et al., 2020; Sousa et al., 2024). A matriz lipídica também é veículo para carotenoides (β -caroteno, luteína, zeaxantina), tocoferóis, vitaminas lipossolúveis e compostos fenólicos, os quais apresentam efeitos antioxidantes e moduladores de vias metabólicas associadas à inflamação (Aquino et al., 2023; Brelaz et al., 2024).

6.2.1 Efeitos sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes

A inclusão de OB em dietas de frangos melhora o aproveitamento energético devido à alta digestibilidade do ácido oleico, que é rapidamente absorvido e utilizado na síntese de lipídios estruturais e reservas energéticas (Rodriguez-Sanchez et al., 2019; Mukhametov et al., 2022). A presença de ácidos graxos insaturados aumenta a solubilização de lipídios no intestino delgado, elevando a energia metabolizável e a digestibilidade do extrato etéreo (Carvalho, 2019; Dourado et al., 2025). A otimização da eficiência alimentar reflete-se na síntese proteica e no aumento da deposição muscular, sobretudo quando associada à menor exigência de energia para processos digestivos. (Duarte & Teixeira, 2010).

6.2.2 Modulação da microbiota

Compostos bioativos do OB atuam na microbiota intestinal por mecanismos físico-químicos e metabólicos. Flavonoides e ácidos fenólicos alteram a integridade da membrana bacteriana, comprometendo a homeostase osmótica e inibindo enzimas essenciais à replicação bacteriana (Aquino et al., 2023; Batista et al., 2012). A quercetina e os tocoferóis também interferem no *quorum sensing*, reduzindo a expressão de genes de virulência (Horky et al., 2019). Esses efeitos contribuem para a redução da carga de patógenos e favorecem a proliferação de bactérias comensais, como *Lactobacillus spp.*, resultando em fermentação mais eficiente e maior produção de ácidos graxos de cadeia curta, importantes para o metabolismo dos enterócitos (Jazi et al., 2020).

6.2.3 Integridade intestinal

Os carotenoides presentes no OB participam da modulação de vias intracelulares como Nrf2–Keap1 e NF-Kb local (Kaulmann & Bohn, 2014). A ativação da Nrf2 estimula a

transcrição de genes antioxidantes (SOD, CAT, GPx), aumentando a proteção das células epiteliais contra estresse oxidativo (Walter et al., 2022). Simultaneamente, a inibição de NF- κ B reduz a síntese de citocinas inflamatórias, reduzindo o recrutamento de células imunológicas e a lesão de mucosa (Mountzouris et al., 2020). Essa regulação molecular preserva a arquitetura intestinal, refletida em maior relação vilosidade:cripta e menor permeabilidade da mucosa (Santis et al., 2022; Dourado et al., 2025).

6.2.4 *Imunomodulação e resposta celular*

Compostos bioativos do OB modulam a resposta imune por meio da inibição da expressão de enzimas inflamatórias, como iNOS e COX-2, e da supressão de citocinas pró-inflamatórias, como TNF- α e IL-6 (Rodrigues et al., 2024). Essa regulação resulta na redução da produção de óxido nítrico e na prevenção de danos oxidativos mediados por nitrosação proteica e peroxidação lipídica.

A presença de tocoferóis e β -caroteno estabiliza membranas celulares e lisossômicas, favorecendo a fagocitose e a eficiência de células apresentadoras de antígenos (Imam et al., 2017; Cruz et al., 2020). Essa atividade antioxidante é corroborada pela redução dos níveis séricos de TBARS em animais suplementados com OB, refletindo menor acúmulo de espécies reativas de oxigênio (Aquino et al., 2023). A redução nas contagens de leucócitos e linfócitos sugere modulação da resposta imune e menor exigência metabólica associada à inflamação sistêmica (Carvalho, 2019; Dourado et al., 2025).

6.2.5 *Impactos na qualidade da carne*

A deposição de carotenoides nos tecidos musculares está relacionada à sua solubilidade lipídica e afinidade pelas membranas celulares, resultando em maior intensidade de coloração (Pelosi et al., 2020; Macambira et al., 2022). Em frangos de corte, o pH muscular medido 45 minutos após o abate geralmente varia de 6,0 a 6,2, enquanto o pH 24 horas post-mortem situa-se entre 5,6 e 5,8, faixa considerada ideal para carnes normais, com boa textura e capacidade de retenção de água (Mir et al., 2017; Petracci et al., 2019). A manutenção do pH post-mortem decorre da preservação das enzimas glicolíticas e da integridade mitocondrial, que retardam a acidificação (Farouk et al., 2014).

Os parâmetros de cor da carne de frangos de corte refletem tanto fatores nutricionais, como a presença de pigmentos carotenoides e tocoferóis na dieta, quanto o tempo post-mortem, que afeta a oxigenação da mioglobina e a estabilidade da coloração. Aos 45 minutos após o abate, são observados valores médios de $L^* = 48\text{--}52$, $a^* = 3\text{--}5$ e $b^* = 7\text{--}10$, refletindo

o estágio inicial de oxigenação da mioglobina (Qiao et al., 2001; Smith & Northcutt, 2009). Após 24 horas, quando a coloração se estabiliza, os valores de referência situam-se em $L^* = 50-55$, $a^* = 3-6$ e $b^* = 8-12$ (Perin et al., 2023). A estabilidade da carne está relacionada à resistência à oxidação lipídica e proteica, o que preserva a cor, o aroma e a suculência durante o armazenamento (Petracci et al., 2019).

A estabilidade da capacidade de retenção de água e da força de cisalhamento reflete a preservação estrutural das proteínas miofibrilares e do citoesqueleto muscular. Esse efeito está associado à menor oxidação proteica e à integridade das membranas lipídicas promovida por antioxidantes naturais, contribuindo para a manutenção da textura, suculência e estabilidade global da carne (Choi et al., 2023; Perin et al., 2023).

6.2.6 Fenólicos totais, atividade e capacidade

Os compostos fenólicos presentes no óleo OB, como os ácidos gálico e clorogênico, apresentam atividade antioxidante por mecanismos diretos e indiretos (Oliveira, 2025). A ação direta envolve a neutralização de radicais livres por doação de elétrons ou hidrogênios, enquanto a ação indireta ocorre por meio da ativação de vias de defesa celular, como Nrf2–Keap1 e AMPK, que promovem a transcrição de genes antioxidantes endógenos (Leão et al., 2019; Deng et al., 2024). A quercetina, um dos principais flavonoides do OB, apresenta meia-vida mais prolongada e capacidade de modular essas vias, resultando em aumento da expressão de enzimas como superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase (Aquino et al., 2023).

O OB apresenta alto teor de compostos fenólicos totais, entre 2,7 e 3,5 mg GAE/g (Speranza et al., 2015; Aquino et al., 2023). Apesar dessa concentração, a biodisponibilidade dos fenólicos é limitada devido à baixa absorção intestinal e ao metabolismo hepático de fase II, que promove sua conjugação com glicuronídeos e sulfatos (Mahfuz et al., 2021). Esses processos reduzem a fração biodisponível e a deposição desses compostos nos tecidos (Shahidi & Peng, 2018), o que resulta em baixos níveis de fenólicos livres na carne de frangos suplementados com OB (Dourado et al., 2025). Em contraste, carotenoides e tocoferóis lipossolúveis são eficientemente absorvidos e acumulados nos tecidos, potencializando a capacidade antioxidante sistêmica (Shahidi & Peng, 2018).

Ensaios in vitro com DPPH e ABTS demonstram que o OB possui elevada capacidade de sequestro de radicais livres, mesmo em concentrações nutricionais (Faria (Faria et al., 2020; Oliveira et al., 2020). A interação sinérgica entre fenólicos, quercetina, tocoferóis e vitaminas lipossolúveis A e E amplia a proteção contra estresse oxidativo, tanto por

mecanismos de neutralização quanto por estabilização de membranas celulares e mitocondriais (Fernandez & Prates, 2025; Zanatta et al., 2010).

6.2.7 Estabilidade oxidativa

A estabilidade oxidativa da carne está relacionada à resistência dos lipídios à peroxidação. O ácido oleico, majoritário na composição do OB, possui uma estrutura monoinsaturada que o torna menos suscetível à oxidação quando comparado a ácidos graxos poli-insaturados, reduzindo a formação de malonaldeído (MDA) e outros aldeídos tóxicos (Aquino et al., 2023). Compostos fenólicos presentes no OB, como os ácidos gálico, cafeico e ferúlico, atuam como quelantes de metais de transição, inibindo reações de Fenton que catalisam a peroxidação lipídica (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). A inclusão de OB na dieta pode reduzir a oxidação lipídica da carne durante o armazenamento, devido à ação de compostos antioxidantes presentes em sua composição, como fenólicos e tocoferóis (Martysiak-Zurowska & Wenta, 2012; Pirgozliev et al., 2019).

6.2.8 Viabilidade econômica

A avaliação da viabilidade econômica da inclusão do OB deve considerar não apenas o custo do aditivo, mas também sua eficiência biológica em termos de aproveitamento energético, digestibilidade e resposta fisiológica. A inclusão de 0,4% de OB tem se mostrado eficaz na manutenção do desempenho produtivo, rendimento de carcaça e parâmetros fisiológicos associados à absorção e metabolismo lipídico, resultando em retorno econômico comparável ao de dietas com APC (Carvalho, 2019; Carvalho et al., 2024). Concentrações superiores (0,8%), embora potencialmente mais ricas em compostos bioativos, não demonstraram ganhos zootécnicos proporcionais ao aumento de custo, sugerindo um limiar de eficiência metabólica a partir do qual o excesso de lipídios e compostos secundários não é convertido em desempenho adicional (Santis et al., 2022; Dourado et al., 2025).

6.2.9 Implicações práticas frente a desafios sanitários

Os estudos disponíveis demonstraram que a suplementação com OB em dietas de frangos de corte, ainda que conduzida em condições sem desafio sanitário, está associada à modulação de mecanismos fisiológicos relacionados à integridade intestinal, estresse oxidativo, inflamação e microbiota. Foram relatadas alterações na morfologia intestinal, aumento da atividade antioxidante endógena, redução de mediadores inflamatórios e estabilidade do desempenho produtivo.

Tais efeitos têm sido atribuídos à ação conjunta dos compostos bioativos presentes no OB, como carotenoides, tocoferóis, fenólicos e ácido oleico. Este último, principal ácido graxo do óleo, está associado à estabilização das membranas celulares, modulação da expressão de citocinas inflamatórias e melhora da digestibilidade lipídica.

Com base nesses achados, a inclusão do OB em dietas livres de antibióticos apresenta aplicabilidade em estratégias nutricionais destinadas à mitigação dos efeitos adversos de desafios sanitários em sistemas de produção intensiva.

7. Considerações finais

O OB tem sido investigado como aditivo funcional na avicultura, principalmente devido ao seu teor de ácido oleico, carotenoides, tocoferóis e compostos fenólicos. Esses componentes estão associados à modulação da microbiota, à atividade antioxidante e à resposta imune.

Estudos indicam efeitos positivos sobre o desempenho produtivo, a morfologia intestinal, o estresse oxidativo e a qualidade da carne, sem impacto negativo sobre a viabilidade econômica quando incluído em níveis moderados.

Apesar desses resultados, ainda faltam dados que confirmem sua eficácia sob desafio sanitário. A literatura ainda é limitada de estudos que definam níveis ideais de inclusão e avaliem o custo-benefício em diferentes condições de produção. Com base nos efeitos relatados, o OB apresenta características compatíveis com o uso em estratégias nutricionais destinadas à substituição de APC nas dietas de frangos de corte.

8. Referências

- Abdel-Latif, M. A., Elbestawy, A. R., El-Far, A. H., Noreldin, A. E., Emam, M., Baty, R. S., Albadrani, G. M., Abdel-Daim, M. M., & El-Hamid, H. S. A. (2021). Quercetin dietary supplementation advances growth performance, gut microbiota, and intestinal mrna expressiogenes in broiler chickens. *Animals*, 11(8), 2302. <https://doi.org/10.3390/ani11082302>
- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. In *Animals* (Vol. 11, Issue 12, p. 3471). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani11123471>
- Abudabos, A. M., Alyemni, A. H., Dafalla, Y. M., & Khan, R. U. (2018). The effect of phytogenics on growth traits, blood biochemical and intestinal histology in broiler chickens exposed to *Clostridium perfringens* challenge. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 691–695. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1383258>
- Aidara-Kane, A., Angulo, F. J., Conly, J., Minato, Y., Silbergeld, E. K., McEwen, S. A., Collignon, P. J., Balkhy, H., Collignon, P., Friedman, C., Hollis, A., Kariuki, S., Kwak, H. S., McEwen, S., Moulin, G., Ngandjio, A., Rollin, B., Rossi, F., & Wallinga, D. (2018). World Health Organization (WHO) guidelines on use of medically important

- antimicrobials in food-producing animals. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13756-017-0294-9>
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Taha, A. E., Tiwari, R., Iqbal Yatoo, M., Bhatt, P., Khurana, S. K., & Dhama, K. (2019). Omega-3 and omega-6 fatty acids in poultry nutrition: Effect on production performance and health. *Animals*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/ani9080573>
- Almosny, N. R. P., Silva, K. de P., Melo, D. L. da S., Vasconcelos, T. C. de, & Monteiro, A. de O. (1998). Hematologia de aves: Valores normais em hemograma de mutum de Alagoas (Mitu mitu). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 5(3), 119–122. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2015.116>
- Amaral, A. B., Solva, M. V. Da, & Lannes, S. C. D. S. (2018). Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors - a review. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38, 1–15. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>
- Apostolakos, I., Laconi, A., Mughini-Gras, L., Yapicier, Ö. Ş., & Piccirillo, A. (2021). Occurrence of Colibacillosis in Broilers and Its Relationship With Avian Pathogenic Escherichia coli (APEC) Population Structure and Molecular Characteristics. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(September), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.737720>
- Aquino, J. D. S., Batista, K. S., Araujo-silva, G., Coutinho, D., Guzm, C., Magnani, M., & Pontes, C. N. De. (2023). *Antioxidant and Lipid-Lowering Effects of Buriti Oil*.
- Arantes, M. V. C., & Günther, W. M. R. (2023). the Best Sustainable Practices for Chemical Waste Management in Public Higher Education Institutions. *Quimica Nova*, 46(7), 724–730. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230034>
- Arise, R. O., Adebayo, J. O., & Igundu, A. (2009). Effects of aqueous extract of Eucalyptus globulus on lipid peroxidation and selected enzymes of rat liver. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(2), 077–081.
- Aryal, B., Kwakye, J., Ariyo, O. W., Ghareeb, A. F. A., Milfort, M. C., Fuller, A. L., Khatiwada, S., Rekaya, R., & Aggrey, S. E. (2025). Major Oxidative and Antioxidant Mechanisms During Heat Stress-Induced Oxidative Stress in Chickens. *Antioxidants*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/antiox14040471>
- Ávila, M. A. de, Nunes, Y. R. F., Souza, C. S., Machado, A. de O., Mazzottini-dos-Santos, H. C., Ribeiro, L. M., Santos, R. M. dos, & de Azevedo, I. F. P. (2023). Local environment contributes to shape phenological patterns in Mauritia flexuosa L.f. *Forest Ecology and Management*, 545(July), 0–2. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121252>
- Awad, W. A., Hess, C., & Hess, M. (2017). Enteric pathogens and their toxin-induced disruption of the intestinal barrier through alteration of tight junctions in chickens. In *Toxins* (Vol. 9, Issue 2, p. 60). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/toxins9020060>
- Baldi, G., Soglia, F., & Petracci, M. (2020). Current Status of Poultry Meat Abnormalities. *Meat and Muscle Biology*, 4(2), 4–5. <https://doi.org/10.22175/mmb.9503>
- Bao, T., Yao, J., Zhou, S., Ma, Y., Dong, J., Zhang, C., & Mi, Y. (2022). Naringin prevents follicular atresia by inhibiting oxidative stress in the aging chicken. *Poultry Science*, 101(7), 101891. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101891>
- Barbosa, M. U., Silva, M. D. A., Barros, E. M. L., Barbosa, M. U., De Sousa, R. C., Lopes, M. A. D. C., & Coelho, N. P. M. D. F. (2017). Topical action of buriti oil (Mauritia flexuosa L.) in myositis induced in rats. *Acta Cirurgica Brasileira*, 32(11), 956–963. <https://doi.org/10.1590/s0102-865020170110000007>
- Barbosa, N. A. A., Sakomura, N. K., Oviedo-Rondón, E. O., Bonato, M. A., Kawauchi, I. M., Dari, R. L., & Fernandes, J. B. K. (2011). Mananoligossacarídeos em dietas para frangos de corte. *Ciência Rural*, 41(12), 2171–2176. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782011001200021>
- Barboza, N. L., Cruz, J. M. dos A., Corrêa, R. F., Lamarão, C. V., Lima, A. R., Inada, N. M.,

- Sanches, E. A., Bezerra, J. de A., & Campelo, P. H. (2022). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.): An Amazonian fruit with potential health benefits. *Food Research International*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111654>
- Basiouni, S., Tellez-Isaias, G., Latorre, J. D., Graham, B. D., Petrone-Garcia, V. M., El-Seedi, H. R., Yalçın, S., El-Wahab, A. A., Visscher, C., May-Simera, H. L., Huber, C., Eisenreich, W., & Shehata, A. A. (2023). Anti-Inflammatory and Antioxidative Phytochemical Substances against Secret Killers in Poultry: Current Status and Prospects. *Veterinary Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/vetsci10010055>
- Basit, M. A., Kadir, A. A., Loh, T. C., Aziz, S. A., Salleh, A., Zakaria, Z. A., & Idris, S. B. (2020). Comparative efficacy of selected phytobiotics with halquinol and tetracycline on gut morphology, ileal digestibility, cecal microbiota composition and growth performance in broiler chickens. *Animals*, 10(11), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ani10112150>
- Batista, S., Olinda, R. G., Medeiros, V. B., Rodrigues, C. M. F., Oliveira, A. F., Paiva, E. S., Freitas, C. I. A., & da Cunha Medeiros, A. (2012). Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. *Ciencia Rural*, 42(1), 136–141. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000100022>
- Bess, F., Favero, A., Vieira, S. L., & Torrent, J. (2012). The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(3), 567–578. <https://doi.org/10.3382/JAPR.2011-00481>
- Bi, S., Qu, Y., Shao, J., Zhang, J., Li, W., Zhang, L., Ni, J., & Cao, L. (2022). Ginsenoside Rg3 Ameliorates Stress of Broiler Chicks Induced by *Escherichia coli* Lipopolysaccharide. *Frontiers in Veterinary Science*, 9(April), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.878018>
- Bilal, R. M., Liu, C., Zhao, H., Wang, Y., Farag, M. R., Alagawany, M., Hassan, F. U., Elnesr, S. S., Elwan, H. A. M., Qiu, H., & Lin, Q. (2021). Olive Oil: Nutritional Applications, Beneficial Health Aspects and its Prospective Application in Poultry Production. *Frontiers in Pharmacology*, 12(August), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.723040>
- Blasi, F., Urbani, E., Simonetti, M. S., Chiesi, C., & Cossignani, L. (2016). Seasonal variations in antioxidant compounds of *Olea europaea* leaves collected from different Italian cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89, 202–207. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.025>
- Bonos, E., Skoufos, I., Giannenas, I., Fotou, K., Sidiropoulou, E., Tsiftoglou, O., Lazari, D., Galamatis, D., Stylianaki, I., & Tzora, A. (2022). Augmenting broiler diets with essential oils affects growth, intestinal microbiota and morphology, and meat quality. *South African Journal of Animal Science*, 52(4), 506–520. <https://doi.org/10.4314/sajas.v52i4.11>
- Bosetti, G. E., Griebler, L., Aniejevski, E., Facchi, C. S., Baggio, C., Rossatto, G., Leite, F., Valentini, F. D. A., Santo, A. D., Pagnussatt, H., Boiago, M. M., & Petrolli, T. G. (2020). Microencapsulated carvacrol and cinnamaldehyde replace growth-promoting antibiotics: Effect on performance and meat quality in broiler chickens. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 92(3), 1–14. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020200343>
- Branciar, R., Galarini, R., Giusepponi, D., Tralbalza-Marinucci, M., Forte, C., Roila, R., Miraglia, D., Servili, M., Acuti, G., & Valiani, A. (2017). Oxidative status and presence of bioactive compounds in meat from chickens fed polyphenols extracted from olive oil industry waste. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9), 1566. <https://doi.org/10.3390/su9091566>
- Brelaz, K. C. B. T. R., Cruz, F. G. G., Rufino, J. P. F., Brasil, R. J. M., Silva, A. F., Costa, V.

- R., & Santos, A. N. de A. (2024). Apparent digestibility of fish waste oil in diets for laying hens. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 46. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.66788>
- Buege, J. A., & Aust, S. D. (1978). Microsomal Lipid Peroxidation. *Methods in Enzymology*, 52(C), 302–310. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(78\)52032-6](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(78)52032-6)
- Calder, P. C. (2017). Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: From molecules to man. In *Biochemical Society Transactions* (Vol. 45, Issue 5, pp. 1105–1115). Portland Press Ltd. <https://doi.org/10.1042/BST20160474>
- Çalışlar, S. (2019). The Important of Beta Carotene on Poultry Nutrition. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 33(3), 252–259. <https://doi.org/10.15316/sjafs.2019.185>
- Cartoni Mancinelli, A., Baldi, G., Soglia, F., Mattioli, S., Sirri, F., Petracci, M., Castellini, C., & Zampiga, M. (2023). Impact of chronic heat stress on behavior, oxidative status and meat quality traits of fast-growing broiler chickens. *Frontiers in Physiology*, 14(September), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1242094>
- Carvalho, F. L. A. (2019). Óleo de buriti como alternativa aos antibióticos melhoradores de desempenho em dietas para frangos de corte.
- Carvalho, F. L. A., Lopes, P. M., Moura, F. A. S., Dourado, L. B. R., De Souza, R. G., Feitoza, A. C., De Oliveira, A. N., & Biagiotti, D. (2024). Buriti oil as an alternative to the use of antimicrobials in broiler diets. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 96(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230577>
- Çenesiz, A. A., & Çiftci. (2020). Modulatory effects of medium chain fatty acids in poultry nutrition and health. In *World's Poultry Science Journal* (Vol. 76, Issue 2, pp. 234–248). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1739595>
- Ceylan, N., Bortoluzzi, C., Gunturkun, O., & Perez-Calvo, E. (2024). Comparative effects of dietary muramidase and phytogenics on the growth performance and gastrointestinal functionality of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(10), 104147. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104147>
- Chamings, A. (2017). *Construction and Evaluation of a Low-cost Haematology Slide-scanning Robot*. 74–81.
- Chang, W. Y., & Yu, Y. H. (2022). Effect of Bacillus species–fermented products and essential oils on growth performance, gut morphology, cecal short-chain fatty acid levels, and microbiota community in broilers. *Poultry Science*, 101(8), 101970. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101970>
- Charlet, R., Le Danvic, C., Sendid, B., Nagnan-Le Meillour, P., & Jawhara, S. (2022). Oleic Acid and Palmitic Acid from Bacteroides thetaiotaomicron and Lactobacillus johnsonii Exhibit Anti-Inflammatory and Antifungal Properties. *Microorganisms*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091803>
- Chen, X., Zeng, D., Zeng, X., & Zeng, Q. (2024). Effects of Complex Antioxidants Added to Chicken Diet on Growth Performance, Serum Biochemical Indices, Meat Quality, and Antioxidant Capacity. *Animals*, 14(3), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ani14030360>
- Chinivasagam, H. N., Estella, W., Rodrigues, H., Mayer, D. G., Tran, T., Onysk, A., Weyand, C., Diallo, I., & Billington, C. (2022). Re-used or New Bedding Are Not Drivers of Salmonella Levels and Serovar Emergence in Commercially Farmed Broilers in Australia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(February), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.816181>
- Choi, J., Kong, B., Bowker, B. C., Zhuang, H., & Kim, W. K. (2023). Nutritional Strategies to Improve Meat Quality and Composition in the Challenging Conditions of Broiler Production: A Review. *Animals*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/ani13081386>
- Contini, J., Schmidt, J., Gonçalves, D., Baldo, J., Fernandes, J. I. M., & Torrent, J. (2020). Supplementation of antibiotic growth promoters versus supplementation of functional oils

- in broiler breeders: Performance and offspring effects. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(4), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1235>
- Costa, T. F., Gouveia, A. B. V. S., Nunes, F. C., Sampaio, S. A., Silva, N. G. D. da, Abreu, J. M. de, Júnior, E. M. de A., Costa, K. O., Feitosa, T. J. de O., Paulo, L. M. de, Souza, C. S., Minafra-Rezende, C. S., Santos, F. R. dos, & Minafra, C. S. (2020). Aditivos fitogênicos: óleos essenciais para frangos de corte - revisão. *Research, Society and Development*, 9(3), e14932325. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2325>
- Cruvinel, J. M., Groff Urayama, P. M., Oura, C. Y., de Lima Krenchinski, F. K., dos Santos, T. S., de Souza, B. A., Kadri, S. M., Correa, C. R., Sartori, J. R., & Pezzato, A. C. (2023). Pequi Oil (*Caryocar brasiliense* Camb.) Attenuates the Adverse Effects of Cyclical Heat Stress and Modulates the Oxidative Stress-Related Genes in Broiler Chickens. *Animals*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/ani13121896>
- Cruz, M. B., Oliveira, W. da S., Araújo, R. L., Honório França, A. C., & Pertuzatti, P. B. (2020). Buriti (*Mauritia Flexuosa* L.) pulp oil as an immunomodulator against enteropathogenic *Escherichia coli*. *Industrial Crops and Products*, 149(February), 112330. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112330>
- Cunha, M. A. E., Neves, R. F., Souza, J. N. S., França, L. F., Araújo, M. E., Brunner, G., & MacHado, N. T. (2012). Supercritical adsorption of buriti oil (*Mauritia flexuosa* Mart.) in γ -alumina: A methodology for the enriching of anti-oxidants. *Journal of Supercritical Fluids*, 66, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2011.10.021>
- da Rosa, G., Alba, D. F., Silva, A. D., Gris, A., Mendes, R. E., Mostardeiro, V. B., Lopes, T. F., Schetinger, M. R. C., Stefani, L. M., Lopes, M. T., Boiago, M. M., & da Silva, A. S. (2020). Impact of *Escherichia coli* infection in broiler breeder chicks: The effect of oxidative stress on weight gain. *Microbial Pathogenesis*, 139, 103861. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103861>
- da Silva, B. S. F., Ferreira, N. R., Chisté, R. C., & Alves, C. N. (2024). Determination of Bioactive Compounds in Buriti Oil by Prediction Models Through Mid-infrared Spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 1359–1372. <https://doi.org/10.1007/s12161-024-02658-x>
- Dai, D., Qi, G., Wang, J., Zhang, H., Qiu, K., Han, Y., Wu, Y., & Wu, S. (2022). Dietary organic acids ameliorate high stocking density stress-induced intestinal inflammation through the restoration of intestinal microbiota in broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00776-2>
- de Castilho Heiss, V. A. R., Burbarelli, M. F. de C., Przybulinski, B. B., Garcia, L. C., Vieira, J. R. R. F., Garcia, R. G., Caldara, F. R., Santin, E., Cardoso, C. A. L., & Komiyama, C. M. (2025). Polyphenol blend enhances zootechnical performance, improves meat quality, and reduces the severity of wooden breast in broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 12(April), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1584897>
- de Santos Moraes, N., Passos, T. S., Ramos, G. R., Ferreira, V. A. F., Moreira, S. M. G., Filho, G. P. C., Barreto, A. P. G., Leite, P. I. P., de Almeida, R. S., Paulo, C. L. R., Fernandes, R., da Silva, S. A. D., da Cruz Nascimento, S. S., de Sousa Júnior, F. C., & de Assis, C. F. (2022). Nanoencapsulation of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.f.) in porcine gelatin enhances the antioxidant potential and improves the effect on the antibiotic activity modulation. *PLoS ONE*, 17(3 March), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265649>
- Degruttola, A. K., Low, D., Mizoguchi, A., & Mizoguchi, E. (2016). Current understanding of dysbiosis in disease in human and animal models. *Inflammatory Bowel Diseases*, 22(5), 1137–1150. <https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000750>
- Deng, C., Zou, H., Wu, Y., Lou, A., Liu, Y., Luo, J., Quan, W., & Shen, Q. (2024). Dietary supplementation with quercetin: an ideal approach for improving meat quality and

- oxidative stability of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(8), 103789.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103789>
- do Nascimento Silva, N. R. R., Cavalcante, R. B. M., & da Silva, F. A. (2023). Nutritional properties of Buriti (*Mauritia flexuosa*) and health benefits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 117(September 2022), 0–3.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105092>
- Dong, Y., Lei, J., & Zhang, B. (2020a). Effects of dietary quercetin on the antioxidative status and cecal microbiota in broiler chickens fed with oxidized oil. *Poultry Science*, 99(10), 4892–4903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.028>
- Dong, Y., Lei, J., & Zhang, B. (2020b). Effects of dietary quercetin on the antioxidative status and cecal microbiota in broiler chickens fed with oxidized oil. *Poultry Science*, 99(10), 4892–4903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.028>
- Dourado, L. R. B., Brauna, A. S. A., Bezerra, R. M., Sousa, I. S., Carvalho, F. L. A., Silva, G. G., Moura, F. A. S., Sousa, S. C., Santos, R. A., Silva, S. C., Silva, L. S., Gonçalves, L. M. F., & Miranda, R. S. (2025). Buriti Oil (*Mauritia flexuosa* L.) as Functional Feed for Broiler Chickens. *Poultry*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/poultry4010006>
- Duarte, F. D., & Teixeira, J. L. (2010). *Desempenho , Rendimento E Composição Da Carcaça*. 439–444.
- Echegaray, N., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M., Chabani, Z., Farag, M. A., & Domínguez, R. (2021). Measurement of antioxidant capacity of meat and meat products: Methods and applications. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 13, p. 3880). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/molecules26133880>
- Ekunseitan, D. A., Harrison, S. H., & Ogunade, I. M. (2025). *Influence of Different Litter Regimens on Ceca Microbiota Profiles in Salmonella -Challenged Broiler Chicks*. 1–20.
- Elbaz, A. M., Zaki, E. F., Salama, A. A., Badri, F. B., & Thabet, H. A. (2023). Assessing different oil sources efficacy in reducing environmental heat-stress effects via improving performance, digestive enzymes, antioxidant status, and meat quality. *Scientific Reports*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47356-6>
- Elewa, M. S., Abou-Kassem, D. E., El-Hindawy, M. M., Madkour, M., Elsharkawy, M. S., Afifi, M., & Alagawany, M. (2023). Effect of coconut oil on growth performance, carcass criteria, liver and kidney functions, antioxidants and immunity, and lipid profile of broilers. *Scientific Reports*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41018-3>
- Elvira-Torales, L. I., García-Alonso, J., & Periago-Castón, M. J. (2019). Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review. In *Antioxidants* (Vol. 8, Issue 7, p. 229). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox8070229>
- Erica Dos Santos Carvalho De Oliveira. (2025). *Qualidade e perfil oxidativo de carne de frangos submetidos a dietas contendo óleo de buriti como ingrediente funcional* [Universidade Federal do Piauí].
https://sigaa.ufpi.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=pt_BR&id=1097¬icia=567818090
- Erinle, T. J., Boulianne, M., Miar, Y., Scales, R., & Adewole, D. (2023). Red osier dogwood and its use in animal nutrition: A review. In *Animal Nutrition* (Vol. 13, pp. 64–77). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.11.001>
- Estévez, M. (2015). Oxidative damage to poultry: From farm to fork. *Poultry Science*, 94(6), 1368–1378. <https://doi.org/10.3382/ps/pev094>
- Estévez, M., & Xiong, Y. L. (2021). Protein oxidation in foods: Mechanisms, consequences, and antioxidant solutions. In *Foods* (Vol. 10, Issue 10, p. 2346). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/foods10102346>
- Fancher, C. A., Zhang, L., Kiess, A. S., Adhikari, P. A., Dinh, T. T. N., & Sukumaran, A. T. (2020). Avian pathogenic *Escherichia coli* and *clostridium perfringens*: Challenges in no

- antibiotics ever broiler production and potential solutions. *Microorganisms*, 8(10), 1–27.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms8101533>
- FAO. (2018). FAO no Brasil. *Brasil Em Resumo*, 2021. <http://www.fao.org/brasil/fao-no-brasil/brasil-em-resumo/pt/>
- Faradilla, Z. S., Yunus, M., & Hermadi, H. A. (2020). The Effect of Dietary Administration of Virgin Coconut oil on Differential Leukocytes in Infected Chicken with *Eimeria tenella*. *Journal of World's Poultry Research*, 10(4), 615–622.
<https://doi.org/10.36380/jwpr.2020.70>
- Faria, P. B., de Faria, R. A. P. G., Mesquita, J. de A., Oliveira, T. T. da S., Dos Santos, J. G. da S., Gaspar, M. R. G. R. D. C., Vieira, V. de A., Rodrigues, E. C., & Nascimento, E. (2020). Fatty acid profile and physicochemical characterization of buriti oil during storage. In *Ciencia Rural* (Vol. 50, Issue 11, pp. 1–11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190997>
- Farouk, M. M., Al-Mazeedi, H. M., Sabow, A. B., Bekhit, A. E. D., Adeyemi, K. D., Sazili, A. Q., & Ghani, A. (2014). Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science*, 98(3), 505–519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>
- Fasina, Y. O., Holt, P. S., Moran, E. T., Moore, R. W., Conner, D. E., & McKee, S. R. (2008). Intestinal cytokine response of commercial source broiler chicks to *Salmonella typhimurium* infection. *Poultry Science*, 87(7), 1335–1346.
<https://doi.org/10.3382/ps.2007-00526>
- Fereidoon, S., & Ying, Z. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067–4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Ferket, P. R., Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B., Ayoola, A. A., Barasch, I., Toomer, O. T., & Torrent, J. (2020). Effects of functional oils on the growth, carcass and meat characteristics, and intestinal morphology of commercial turkey toms. *Poultry Science*, 99(7), 3752–3760. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.050>
- Fernandes, B., Oliveira, M. C., Marques, A. C., dos Santos, R. G., & Serrano, C. (2024). Microencapsulation of Essential Oils and Oleoresins: Applications in Food Products. In *Foods* (Vol. 13, Issue 23, p. 3873). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
<https://doi.org/10.3390/foods13233873>
- Fernandes, I. L. B., Gouveia, A. B. V. S., Gouveia, A. B. V. S., Melo, A. M. B., Morais, A. M. V. B., Souza, C. S., Sampaio, S. A., Santos, F. R. dos, & Minafra, C. S. (2023). Linseed oil and coconut oil in broiler feed. *International Seven Journal of Multidisciplinary*, 2(1), 113–124. <https://doi.org/10.56238/isevmjv2n1-007>
- Fernandez, L., & Prates, J. A. M. (2025). Nutritional Value and Health Implications of Meat from Monogastric Animals Exposed to Heat Stress. *Nutrients* 2025, Vol. 17, Page 1390, 17(8), 1–25. <https://doi.org/10.3390/NU17081390>
- Fornós, M., Verdú, M., Soldevila, X., Farré, G., Sales, R., & Rafael, J. (2022). O152 The effect of a phytogenic feed additive on performance and nutrient retention of young broiler chickens. *Animal - Science Proceedings*, 13(3), 431–432.
<https://doi.org/10.1016/J.ANSCIP.2022.07.162>
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), 26–45. <https://doi.org/10.1017/S1466252316000207>
- Gehart, H., & Clevers, H. (2019). Tales from the crypt: new insights into intestinal stem cells. In *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology* (Vol. 16, Issue 1, pp. 19–34). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0081-y>
- Genovese, M. I., Da Silva Pinto, M., De Souza Schmidt Gonçalves, A. E., & Lajolo, F. M. (2008). Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. *Food Science and Technology International*, 14(3), 207–214.

- <https://doi.org/10.1177/1082013208092151>
- Gomes, B., Pena, P., Cervantes, R., Dias, M., & Viegas, C. (2022). Microbial Contamination of Bedding Material: One Health in Poultry Production. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 24, p. 16508). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416508>
- Gonzalez-Rivas, P. A., Chauhan, S. S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F. R., & Warner, R. D. (2020). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162(October 2019), 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Green, L. C., Wagner, D. A., Glogowski, J., Skipper, P. L., Wishnok, J. S., & Tannenbaum, S. R. (1982). Analysis of nitrate, nitrite, and [15N]nitrate in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, 126(1), 131–138. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(82\)90118-X](https://doi.org/10.1016/0003-2697(82)90118-X)
- Guimarães, M. G., Evaristo, R. B. W., de Mendonça Brasil, A. C., & Ghesti, G. F. (2021). Green energy technology from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) for Brazilian agro-extractive communities. *SN Applied Sciences*, 3(3), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04278-0>
- Gunnnett, C. A., Lund, D. D., McDowell, A. K., Faraci, F. M., & Heistad, D. D. (2005). Mechanisms of inducible nitric oxide synthase-mediated vascular dysfunction. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 25(8), 1617–1622. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000172626.00296.ba>
- Guo, F., Geng, Y., Abbas, W., Zhen, W., Wang, S., Huang, Y., Guo, Y., Ma, Q., & Wang, Z. (2022). Vitamin D3 Nutritional Status Affects Gut Health of Salmonella-Challenged Laying Hens. *Frontiers in Nutrition*, 9, 888580. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.888580>
- Gupta, S. C., Sundaram, C., Reuter, S., & Aggarwal, B. B. (2010). Inhibiting NF-κB activation by small molecules as a therapeutic strategy. In *Biochimica et Biophysica Acta - Gene Regulatory Mechanisms* (Vol. 1799, Issues 10–12, pp. 775–787). <https://doi.org/10.1016/j.bbagr.2010.05.004>
- Haq, Z., Ahmad, S. M., Bashir, I., Dar, M. A., Saleem, A., Khan, A. A., Yattoo, M. I., Mir, S., Rastogi, A., Hussain, M. I., Shah, R. A., & Bhat, B. (2022). Pathogenesis-Related Gene Expression in Response to *Trachyspermum ammi* Supplementation Along With Probiotics in Chicken Salmonellosis and Insights in Drug Therapeutics. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 866614. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.866614>
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Metabolism and nutrition: Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), 2059–2069. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02685>
- Hassanein, E. S. I., Metwally, A. E., Elbaky, H. E. M. A., & Eldin, W. F. S. (2024). The Impact of Dietary Linseed Oil Supplementation on the Performance of Broiler Chicks. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 12(Specialissue1), 447–457. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.s1.447.457>
- Hassanpour, S. H., & Doroudi, A. (2023). Review of the antioxidant potential of flavonoids as a subgroup of polyphenols and partial substitute for synthetic antioxidants. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 13(4), 354–376. <https://doi.org/10.22038/AJP.2023.21774>
- He, H., Farnell, M. B., & Kogut, M. H. (2003). Inflammatory agonist stimulation and signal pathway of oxidative burst in neonatal chicken heterophils. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 135(1), 177–184. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(03\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(03)00049-7)
- He, P., Lei, Y., Zhang, K., Zhang, R., Bai, Y., Li, Z., Jia, L., Shi, J., Cheng, Q., Ma, Y.,

- Zhang, X., Liu, L., & Lei, Z. (2023a). Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. *Meat Science*, 205, 109317. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2023.109317>
- He, P., Lei, Y., Zhang, K., Zhang, R., Bai, Y., Li, Z., Jia, L., Shi, J., Cheng, Q., Ma, Y., Zhang, X., Liu, L., & Lei, Z. (2023b). Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. *Meat Science*, 205(March), 109317. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109317>
- Hedman, H. D., Vasco, K. A., & Zhang, L. (2020). *A Review of Antimicrobial Resistance in Poultry Farming within Low-Resource Settings*.
- Heydarian, M., Ebrahimnezhad, Y., Meimandipour, A., Hosseini, S. A., & Banabazi, M. H. (2020). Effects of dietary inclusion of the encapsulated thyme and oregano essential oils mixture and probiotic on growth performance, immune response and intestinal morphology of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 8(1), 17–25. <https://doi.org/10.22069/psj.2020.17101.1497>
- Homyok, P., Sonsamrong, W., Chainet, N., Khosinklang, W., Kamkaew, A., Yata, T., Baéza, E., Berri, C., Molee, A., & Molee, W. (2025). Optimizing n-3 PUFA dietary enrichment in slow-growing Korat chickens using lipid-based nanoparticles: Effects on growth performance, carcass traits, meat quality, meat fatty acid composition, and blood biochemical parameters. *Poultry Science*, 104(4), 104982. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104982>
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447–457. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5)
- Horky, P., Skalickova, S., Smerkova, K., & Skladanka, J. (2019). Essential oils as a feed additives: Pharmacokinetics and potential toxicity in monogastric animals. In *Animals* (Vol. 9, Issue 6, p. 352). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani9060352>
- Hrncir, T. (2022). Gut Microbiota Dysbiosis: Triggers, Consequences, Diagnostic and Therapeutic Options. In *Microorganisms* (Vol. 10, Issue 3, p. 578). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030578>
- Ijaz, A., Veldhuizen, E. J. A., Broere, F., Rutten, V. P. M. G., & Jansen, C. A. (2021). The interplay between salmonella and intestinal innate immune cells in chickens. *Pathogens*, 10(11), 1–20. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111512>
- Imam, M. U., Zhang, S., Ma, J., Wang, H., & Wang, F. (2017). Antioxidants mediate both iron homeostasis and oxidative stress. *Nutrients*, 9(7), 1–19. <https://doi.org/10.3390/nu9070671>
- Iqbal, H., Rahman, A., Khanum, S., Arshad, M., Badar, I. H., Asif, A. R., Hayat, Z., & Iqbal, M. A. (2021). Effect of essential oil and organic acid on performance, gut health, bacterial count and serological parameters in broiler. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 23(3), eRBCA-2021-1443. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1443>
- Jazi, V., Farahi, M., Khajali, F., Abousaad, S., Ferket, P., & Assadi Soumeh, E. (2020). Effect of dietary supplementation of whey powder and *Bacillus subtilis* on growth performance, gut and hepatic function, and muscle antioxidant capacity of Japanese quail. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(3), 886–897. <https://doi.org/10.1111/jpn.13323>
- Jiang, J., & Xiong, Y. L. (2016). Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science*, 120, 107–117. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2016.04.005>
- Jing, J., Zeng, H., Shao, Q., Tang, J., Wang, L., Jia, G., Liu, G., Chen, X., Tian, G., Cai, J., Kang, B., Che, L., & Zhao, H. (2023). Selenomethionine alleviates environmental heat stress induced hepatic lipid accumulation and glycogen infiltration of broilers via maintaining mitochondrial and endoplasmic reticulum homeostasis. *Redox Biology*,

- 67(September), 102912. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2023.102912>
- Jomova, K., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., & Valko, M. (2024). Several lines of antioxidant defense against oxidative stress: antioxidant enzymes, nanomaterials with multiple enzyme-mimicking activities, and low-molecular-weight antioxidants. In *Archives of Toxicology* (Vol. 98, Issue 5). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s00204-024-03696-4>
- Junqueira, L. C. U., & Junqueira, L. M. (1983). *Técnicas Básicas de Citologia e Histologia: Vol. I* (Editora Santos (ed.); 1ª edição).
- Kadariya, J., Smith, T. C., & Thapaliya, D. (2014). Staphylococcus aureus and Staphylococcal Food-Borne Disease: An Ongoing Challenge in Public Health. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/827965>
- Kalia, V. C., Shim, W. Y., Patel, S. K. S., Gong, C., & Lee, J. K. (2022). Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: Opportunities and challenges. *Science of the Total Environment*, 834, 155300. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300>
- Karadas, F., Erdoğan, S., Kor, D., Oto, G., & Uluman, M. (2016). The effects of different types of antioxidants (Se, vitamin E and carotenoids) in broiler diets on the growth performance, skin pigmentation and liver and plasma antioxidant concentrations. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(1), 101–115. <https://doi.org/10.1590/18069061-2015-0155>
- Katsanidis, E., & Zampouni, K. (2023). Development of a Novel Steam Distillation TBA Test for the Determination of Lipid Oxidation in Meat Products. *Foods*, 12(2), 359. <https://doi.org/10.3390/foods12020359>
- Kaulmann, A., & Bohn, T. (2014). Carotenoids, inflammation, and oxidative stress-implications of cellular signaling pathways and relation to chronic disease prevention. In *Nutrition Research* (Vol. 34, Issue 11, pp. 907–929). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2014.07.010>
- Khan, I., Nawaz, M., Anjum, A. A., Ahmad, M. ud D., Mehmood, A., Rabbani, M., Mustafa, A., & Ali, M. A. (2020). Effect of indigenous probiotics on gut morphology and intestinal absorption capacity in broiler chicken challenged with Salmonella enteritidis. *Pakistan Journal of Zoology*, 52(5), 1825–1831. <https://doi.org/10.17582/JOURNAL.PJZ/20190518090547>
- Khan, M. T., Rehman, M. F., Arslan, M., Javaid, A., Farooq, U., Asad, T., Nisa, Q., Azhar, M., Bughio, E., Liaqat, S., Aslam, S., Ali, F., Ali, H., Wadood, F., Gondal, M. A., Rauf, M., Fouad, D., Ataya, F. S., Safdar, M., ... Kumar, M. (2024). Effect of Blend of Essential Oils on Growth Performance, Carcass Characteristics, Meat Quality, Intestinal Morphology, Serum Biochemistry, and Immune Response of Broiler Chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 26(1), eRBCA-2023-1853. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2023-1853>
- Khattak, F., Ronchi, A., Castelli, P., & Sparks, N. (2014). Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 93(1), 132–137. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03387>
- Khoramjoo, S. M., Kazemifard, N., Baradaran Ghavami, S., Farmani, M., Shahrokh, S., Asadzadeh Aghdaei, H., Sherkat, G., & Zali, M. R. (2022). Overview of Three Proliferation Pathways (Wnt, Notch, and Hippo) in Intestine and Immune System and Their Role in Inflammatory Bowel Diseases (IBDs). In *Frontiers in Medicine* (Vol. 9, p. 865131). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.865131>
- Kim, S. S., Lee, Y. E., Kim, C. H., Min, J. S., Yim, D. G., & Jo, C. (2022). Determining the Optimal Cooking Time for Cooking Loss, Shear Force, and Off-Odor Reduction of Pork

- Large Intestines. *Food Science of Animal Resources*, 42(2), 332–340.
<https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e6>
- Kogut, M. H., Byrd, J. A., Genovese, K., Swaggerty, C. L., & Lyte, M. (2025). Effect of diet-induced low-grade, chronic inflammation on susceptibility of broilers to *Salmonella* colonization and pathogenicity. *Poultry Science*, 104(8), 105303.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105303>
- Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., Gozzo, F. C., de Souza, A. Q. L., & de Souza, A. D. L. (2013). Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, 51(2), 467–473. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>
- Kouvedaki, I., Pappas, A. C., Surai, P. F., & Zoidis, E. (2024). Nutrigenomics of Natural Antioxidants in Broilers. *Antioxidants*, 13(3), 1–26.
<https://doi.org/10.3390/antiox13030270>
- Kromann, S., & Jensen, H. E. (2022). In vivo models of *Escherichia coli* infection in poultry. In *Acta Veterinaria Scandinavica* (Vol. 64, Issue 1, pp. 1–16). BioMed Central Ltd.
<https://doi.org/10.1186/s13028-022-00652-z>
- Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, 3(2), 356–369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
- Latief, U., Husain, H., & Ahmad, R. (2018). β -Carotene supplementation ameliorates experimental liver fibrogenesis via restoring antioxidant status and hepatic stellate cells activity. *Journal of Functional Foods*, 49, 168–180.
<https://doi.org/10.1016/J.JFF.2018.08.027>
- Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R. U., & Tufarelli, V. (2012). Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry Science*, 91(1), 265–270. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01675>
- Leão, K. M. M., Reis, L. V. C., Speranza, P., Rodrigues, A. P., Ribeiro, A. P. B., Macedo, J. A., & Macedo, G. A. (2019). Physicochemical characterization and antimicrobial activity in novel systems containing buriti oil and structured lipids nanoemulsions. *Biotechnology Reports*, 24, e00365. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00365>
- Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R., & Beynen, A. C. (2003). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), 450–457.
<https://doi.org/10.1080/0007166031000085508>
- Lee, S. K., Chon, J. W., Yun, Y. K., Lee, J. C., Jo, C., Song, K. Y., Kim, D. H., Bae, D., Kim, H., Moon, J. S., & Seo, K. H. (2022). Properties of broiler breast meat with pale color and a new approach for evaluating meat freshness in poultry processing plants. *Poultry Science*, 101(3), 101627. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101627>
- Lei, Z., Zhang, K., Li, C., Wu, J., Davis, D., Casper, D., Jiang, H., Jiao, T., Wang, X., & Wang, J. (2018). Dietary supplementation with Essential-oils-cobalt for improving growth performance, meat quality and skin cell capacity of goats. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29897-3>
- Leite, B. G. de S., Granghelli, C. A., Roque, F. de A., Carvalho, R. S. B., Lopes, M. H. S., Pelissari, P. H., Dias, M. T., Araújo, C. S. da S., & Araújo, L. F. (2024). Evaluation of dietary lignin on broiler performance, nutrient digestibility, cholesterol and triglycerides concentrations, gut morphometry, and lipid oxidation. *Poultry Science*, 103(4).
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103518>
- Li, L., Sun, X., Zhao, D., & Dai, H. (2021). Pharmacological Applications and Action Mechanisms of Phytochemicals as Alternatives to Antibiotics in Pig Production. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 12, Issue December, pp. 1–18).

- 1145 <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.798553>
- 1146 Li, P., Liu, C., Niu, J., Zhang, Y., Li, C., Zhang, Z., Guo, S., & Ding, B. (2022). Effects of
1147 Dietary Supplementation with Vitamin A on Antioxidant and Intestinal Barrier Function
1148 of Broilers Co-Infected with *Coccidia* and *Clostridium perfringens*. *Animals* 2022, Vol.
1149 12, Page 3431, 12(23), 3431. <https://doi.org/10.3390/ANI12233431>
- 1150 Li, Y., Wang, K., & Li, C. (2024). Oxidative Stress in Poultry and the Therapeutic Role of
1151 Herbal Medicine in Intestinal Health. In *Antioxidants* (Vol. 13, Issue 11, p. 1375).
1152 Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox13111375>
- 1153 Lipiński, K., Vuorenmaa, J., Mazur-kuśnerek, M., Sartowska-zygowska, K., & Kettunen, H.
1154 (2021). Dietary resin acid concentrate improved performance of broiler chickens and
1155 litter quality in three experiments. *Animals*, 11(11), 3045.
1156 <https://doi.org/10.3390/ani11113045>
- 1157 Loetscher, Y., Kreuzer, M., & Messikommer, R. E. (2013). Oxidative stability of the meat of
1158 broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace, and
1159 entire nettle, and effects on performance and meat quality. *Poultry Science*, 92(11),
1160 2938–2948. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03258>
- 1161 Lu, J., Sanchez, S., Hofacre, C., Maurer, J. J., Harmon, B. G., & Lee, M. D. (2003).
1162 Evaluation of broiler litter with reference to the microbial composition as assessed by
1163 using 16S rRNA and functional gene markers. *Applied and Environmental Microbiology*,
1164 69(2), 901–908. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.2.901-908.2003>
- 1165 Luengas, J. A. P. (2011). *Suplementação de probióticos em dietas de frangos de corte:*
1166 *desempenho e digestibilidade da proteína.*
- 1167 Macambira, G. M., Rabello, C. B. V., Navarro, M. I. V., da Costa Lopes, C., Lopes, E. C., do
1168 Nascimento, G. R., de Holanda Oliveira, H. S., & da Silva, J. de C. R. (2022). Effects of
1169 Moringa oleifera leaf meal on performance and carcass yield of broilers. *Revista*
1170 *Brasileira de Zootecnia*, 51. <https://doi.org/10.37496/RBZ5120210203>
- 1171 Mahfuz, S., Shang, Q., & Piao, X. (2021). Phenolic compounds as natural feed additives in
1172 poultry and swine diets: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1),
1173 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00565-3>
- 1174 Marcelino, G., Hiane, P. A., Pott, A., Fernando, W., Fili, D. O., Caires, A. R. L., Michels, F.
1175 S., Mar, R., Santos, N. M. S., Negr, J., Tatara, M. B., Faria, B. B. De, & Asato, M. A.
1176 (2022). *Effect of Its Supplementation in an In Vivo Experimental Model.* 1–22.
- 1177 Martins, L. S. (2017). *Óleo De Buriti Em Dietas Para Frangos De Corte: Desempenho E*
1178 *Características Da Carne.* 53.
- 1179 Martysiak-Zurowska, D., & Wenta, W. (2012). A comparison of abts and dpsh methods for
1180 assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Scientiarum Polonorum,*
1181 *Technologia Alimentaria*, 11(1), 83–89.
- 1182 Mazur-Kuśnerek, M., Antoszkiewicz, Z., Lipiński, K., Kaliniewicz, J., Kotlarczyk, S., &
1183 Żukowski, P. (2019). The effect of polyphenols and vitamin E on the antioxidant status
1184 and meat quality of broiler chickens exposed to high temperature. *Archives of Animal*
1185 *Nutrition*, 73(2), 111–126. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2019.1572342>
- 1186 Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M. P., Gaucher, M., Lou, Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi,
1187 T., Brar, S. K., Côté, C., Ramirez, A. A., & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in
1188 broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal Nutrition*, 4(2), 170–178.
1189 <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
- 1190 Miazek, K., Beton, K., Śliwińska, A., & Brożek-Pluska, B. (2022). The Effect of β -Carotene,
1191 Tocopherols and Ascorbic Acid as Anti-Oxidant Molecules on Human and Animal In
1192 Vitro/In Vivo Studies: A Review of Research Design and Analytical Techniques Used.
1193 In *Biomolecules* (Vol. 12, Issue 8, p. 1087). MDPI.
1194 <https://doi.org/10.3390/biom12081087>

- Mishra, B., & Jha, R. (2019). Oxidative stress in the poultry gut: Potential challenges and interventions. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(MAR), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00060>
- Montagne, L., Pluske, J. R., & Hampson, D. J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1–4), 95–117. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9)
- Monteiro, C. R. M., dos Santos, A. R., Vieira da Silva, M., Rudke, A. R., de Melo Rodrigues, I., Rigobello, E. S., & Perdoncini, M. R. F. G. (2019). Evaluation of the Antimicrobial Activity of Buriti (*Mauritia Flexuosa*) Pulp Extracts. *The Open Food Science Journal*, 11(1), 89–94. <https://doi.org/10.2174/1874256401911010089>
- Moraes, P. de O., da Silva Pires, P. G., Benetti Filho, V., Lima, A. L. F., Kindlein, L., Taschetto, D., Favero, A., & Wagner, G. (2023). Intestinal health of broilers challenged with *Eimeria* spp. using functional oil blends in two physical forms with or without anticoccidials. *Scientific Reports*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41743-9>
- Mountzouris, K. C., Paraskeuas, V. V., & Fegeros, K. (2020). Priming of intestinal cytoprotective genes and antioxidant capacity by dietary phytogetic inclusion in broilers. *Animal Nutrition*, 6(3), 305–312. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.04.003>
- Mukhametov, A., Yerbulekova, M., Aitkhozhayeva, G., Tuyakova, G., & Dautkanova, D. (2022). Effects of ω -3 fatty acids and ratio of ω -3/ ω -6 for health promotion and diseaseprevention. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, e58321. <https://doi.org/10.1590/fst.58321>
- Murakami, A. E., Eyng, C., & Torrent, J. (2014). Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 981–989. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13449>
- Myers, A. G., & Rochell, S. J. (2024). Effects of Starter Diet Energy Concentration on Nutrient Digestibility and Subsequent Growth Performance and Meat Yields of Broilers under Two Coccidiosis Control Programs. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 14(11), 1524. <https://doi.org/10.3390/ANI14111524>
- Nacak, B., Dikici, A., Yel, N., Zaimoğulları, K., İpek, G., & Özer, M. (2023). Effect of α -Tocopherol, Storage Temperature and Storage Time on Quality Characteristics and Oxidative Stability of Chicken Kavurma, traditional Turkish cooked meat product. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(2), 5627–5636. <https://doi.org/10.12681/jhvms.29331>
- Nanto-Hara, F., Kikusato, M., Ohwada, S., & Toyomizu, M. (2020). Heat stress directly affects intestinal integrity in broiler chickens. In *Journal of Poultry Science* (Vol. 57, Issue 4, pp. 284–290). Japan Poultry Science Association. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0190004>
- Nhara, R. B., Marume, U., & Nantapo, C. W. T. (2024). Potential of Organic Acids, Essential Oils and Their Blends in Pig Diets as Alternatives to Antibiotic Growth Promoters. In *Animals* (Vol. 14, Issue 5, p. 762). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani14050762>
- Noletto, R. A., Leandro, N. S. M., Mello, H. H. de C., da Conceição, E. C., de Araújo, I. C. S., de Oliveira, E. M., da Paz, P. H. S., & Barbosa, A. F. C. (2018). Supplementation of copaiba or sucupira oils in broiler diets. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 19(1), 83–92. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402018000100008>
- Obianwuna, U. E., Chang, X., Oleforuh-Okoleh, V. U., Onu, P. N., Zhang, H., Qiu, K., & Wu, S. (2024). Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. In *Journal of Animal Science and Biotechnology*

- (Vol. 15, Issue 1, pp. 1–33). BioMed Central. <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01101-9>
- Obiebe, T., Odey, J., Omotola, W., Kayode, T., Afolabi, O., Jahid, I. K., & Reuben, R. C. (2024). Antimicrobial use and resistance in food animal production : food safety and associated concerns in Sub - Saharan Africa. *International Microbiology*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10123-023-00462-x>
- Oke, O. E., Akosile, O. A., Oni, A. I., Opowoye, I. O., Ishola, C. A., Adebisi, J. O., Odeyemi, A. J., Adjei-Mensah, B., Uyanga, V. A., & Abioja, M. O. (2024). Oxidative stress in poultry production. In *Poultry Science* (Vol. 103, Issue 9, p. 104003). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104003>
- Oliveira, R. M. M., Pereira, F. T., Pereira, E. C., & Mendonça, C. J. S. (2020). Buriti oil: Nutritional quality index and antioxidant and antidiabetic effect. *Revista Virtual de Quimica*, 12(1), 2–12. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20200002>
- Paul, S. S., Venkata, S., Rao, R., Hegde, N., Venkata, M., Narasimha, L., & Reddy, G. N. (2022). Effects of Dietary Antimicrobial Growth Promoters on Performance Parameters and Abundance and Diversity of Broiler Chicken Gut Microbiome and Selection of Antibiotic Resistance Genes. 13(June), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.905050>
- Pelosi, M. S., Leite, I., Passos, L., Ferreira, C., Sabaa-Srur, A. U. O., & Fialho, E. (2020). Avaliação físico-química e capacidade antioxidante do extrato de buriti (Mauritia flexuosa L.) e atividade antitumoral em linhagem celular de câncer de mama MDA-MB-231. *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 17493–17515. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-064>
- Peng, H.-C., Chen, Y.-L., Yang, S.-Y., Ho, P.-Y., Yang, S.-S., Hu, J.-T., & Yang, S.-C. (2013). The antiapoptotic effects of different doses of β -carotene in chronic ethanol-fed rats. *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*, 2(3), 132–141. <https://doi.org/10.3978/J.ISSN.2304-3881.2013.06.08>
- Pereira, A., Sidjabat, H. E., Davis, S., Vong da Silva, P. G., Alves, A., Dos Santos, C., Jong, J. B. da C., da Conceição, F., Felipe, N. de J., Ximenes, A., Nunes, J., Fária, I. do R., Lopes, I., Barnes, T. S., McKenzie, J., Oakley, T., Francis, J. R., Yan, J., & Ting, S. (2024). Prevalence of Antimicrobial Resistance in Escherichia coli and Salmonella Species Isolates from Chickens in Live Bird Markets and Boot Swabs from Layer Farms in Timor-Leste. *Antibiotics*, 13(2), 120. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13020120>
- Pereira, Y. F., Costa, M. D. S., Tintino, S. R., Rocha, J. E., Rodrigues, F. F. G., Feitosa, M. K. de S. B., de Menezes, I. R. A., Coutinho, H. D. M., da Costa, J. G. M., & de Sousa, E. O. (2018). Modulation of the antibiotic activity by the Mauritia flexuosa (Buriti) fixed oil against methicillin-resistant staphylococcus aureus (MRSA) and other multidrug-resistant (MDR) bacterial strains. *Pathogens*, 7(4), 1–8. <https://doi.org/10.3390/pathogens7040098>
- Pérez-Rosés, R., Risco, E., Vila, R., Peñalver, P., & Cañigüeral, S. (2015). Effect of some essential oils on phagocytosis and complement system activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(5), 1496–1504. <https://doi.org/10.1021/jf504761m>
- Perić, L., Žikić, D., Stojčić, M. Đ., Tomović, V., Leskovec, J., Levart, A., Salobir, J., Kanački, Z., & Rezar, V. (2022). Effect of Chestnut Tannins and Vitamin E Supplementation to Linseed Oil-Enriched Diets on Growth Performance, Meat Quality, and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Agriculture (Switzerland)*, 12(11), 1772. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111772>
- Perin, G. R., Eyng, C., Nunes, R. V., Duarte, C. R. A., Kaufmann, C., Tesser, G. L. S., Rohloff Júnior, N., & Savaris, V. D. L. (2023). Effect of bocaiuva pulp oil supplementation of broiler chicken diets on growth performance and quality and oxidative stability of meat. *Livestock Science*, 275(February), 105300.

- <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105300>
- Petracci, M., Soglia, F., Madruga, M., Carvalho, L., Ida, E., & Estévez, M. (2019). Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 565–583. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431>
- Phillips, C. J. C., Hosseintabar-Ghasemabad, B., Gorlov, I. F., Slozhenkina, M. I., Mosolov, A. A., & Seidavi, A. (2023). Immunomodulatory Effects of Natural Feed Additives for Meat Chickens. In *Life* (Vol. 13, Issue 6, p. 1287). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/life13061287>
- Pietruk, K., Karamon, J., Jedziniak, P., Tokarzowski, S., & Olejnik, M. (2025). Influence of *Eimeria* spp. and *Clostridium perfringens* Infection on Growth Performance and Toltrazuril Residues in Chickens. *Animals*, 15(2), 216. <https://doi.org/10.3390/ani15020216>
- Pinto, M. F., Lima, V. M. F., Ribeiro, S. C., Bossolani, I. L. C., Ponsano, E. H. G., & Garcia-Neto, M. (2014). Fontes de óleo na dieta e sua influência no desempenho e na imunidade de frangos de corte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(5), 409–414. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000500004>
- Pirnavatharsan, U., Jinadasa, B. K. K., & Jayasinghe, C. V. L. (2023). Validation of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) method for measuring secondary lipid oxidation products in fresh Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Food and Humanity*, 1, 1194–1199. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.09.009>
- Pirgozliev, V., Mansbridge, S. C., Rose, S. P., Mackenzie, A. M., Beccaccia, A., Karadas, F., Ivanova, S. G., Staykova, G. P., Oluwatosin, O. O., & Bravo, D. (2019). Dietary essential oils improve feed efficiency and hepatic antioxidant content of broiler chickens. *Animal*, 13(3), 502–508. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001520>
- Prasath, K. G., Alexpandi, R., Parasuraman, R., Pavithra, M., Ravi, A. V., & Pandian, S. K. (2021). Anti-inflammatory potential of myristic acid and palmitic acid synergism against systemic candidiasis in *Danio rerio* (Zebrafish). *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133, 111043. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2020.111043>
- Pu, Z., Yang, F., Wang, L., Diao, Y., & Chen, D. (2021). Advancements of compounds targeting Wnt and Notch signalling pathways in the treatment of inflammatory bowel disease and colon cancer. In *Journal of Drug Targeting* (Vol. 29, Issue 5, pp. 507–519). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/1061186X.2020.1864741>
- Puvača, N., Tufarelli, V., & Giannenas, I. (2022). Essential Oils in Broiler Chicken Production, Immunity and Meat Quality: Review of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, and *Rosmarinus officinalis*. In *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 6, p. 874). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060874>
- Puvačca, N., & Tufarelli, V. (2022). Óleos essenciais na produção de frangos de corte , imunidade e Qualidade da Carne : Revisão de *Thymus vulgaris* , *Origanum vulgare* e *Rosmarinus officinalis*.
- Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P., & Northcutt, J. K. (2001). The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science*, 80(5), 676–680. <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.676>
- Rabello, R. F., Bonelli, R. R., Penna, B. A., Albuquerque, J. P., Souza, R. M., & Cerqueira, A. M. F. (2020). Antimicrobial resistance in farm animals in Brazil: An update overview. In *Animals* (Vol. 10, Issue 4, p. 552). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani10040552>
- Ragaa, N. M., & Korany, R. M. S. (2016). Studying the effect of formic acid and potassium

- diformate on performance, immunity and gut health of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 2(4), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.003>
- Rahman, M. R. T., Fliss, I., & Biron, E. (2022). Insights in the Development and Uses of Alternatives to Antibiotic Growth Promoters in Poultry and Swine Production. In *Antibiotics* (Vol. 11, Issue 6, p. 766). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060766>
- Raji, A. A., Mohammed, B., Oladele, S. B., Saidu, L., Jibril, A. H., Cazaban, & C. Cazaban. (2017). Bursa body index as a visual indicator for the assessment of bursa of Fabricius. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 9(2), 32–38. <https://doi.org/10.5897/jvmah2016.0456>
- Ramos-Escudero, F., Gómez-Coca, R. B., Muñoz, A. M., Fuente-Carmelino, L. D. La, & Pérez-Camino, M. del C. (2022). Oil From Three Aguaje Morphotypes (*Mauritia flexuosa* L.f.) Extracted by Supercritical Fluid With CO₂: Chemical Composition and Chromatic Properties. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(March), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.843772>
- Ranucci, D., Beghelli, D., Trabalza-Marinucci, M., Branciarri, R., Forte, C., Olivieri, O., Badillo Pazmay, G. V., Cavallucci, C., & Acuti, G. (2015). Dietary effects of a mix derived from oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil and sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood extract on pig performance, oxidative status and pork quality traits. *Meat Science*, 100, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.149>
- Ravindran, V., & Reza Abdollahi, M. (2021). Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: State of the art and outlook. In *Animals* (Vol. 11, Issue 10, p. 2795). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani11102795>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Ren, H., Vahjen, W., Dadi, T., Saliu, E. M., Boroojeni, F. G., & Zentek, J. (2019). Synergistic effects of probiotics and phytobiotics on the intestinal microbiota in young broiler chicken. *Microorganisms*, 7(12), 684. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7120684>
- Rodrigues, M. de F., da Silva, J. W., de Lima, J. S., Ramos, B. de A., Paz, S. T., Lomonaco, D., Zampieri, D., & Ximenes, R. M. (2024). Antiulcer activity of *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae) pulp oil: An edible Amazonian species with functional properties. *Fitoterapia*, 174, 105857. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2024.105857>
- Rodriguez-Sanchez, R., Tres, A., Sala, R., Guardiola, F., & Barroeta, A. C. (2019). Evolution of lipid classes and fatty acid digestibility along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed different fat sources at different ages. *Poultry Science*, 98(3), 1341–1353. <https://doi.org/10.3382/ps/pey458>
- Rossi, B., Toschi, A., Piva, A., & Grilli, E. (2020). Single components of botanicals and nature-identical compounds as a non-antibiotic strategy to ameliorate health status and improve performance in poultry and pigs. In *Nutrition Research Reviews* (Vol. 33, Issue 2, pp. 218–234). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0954422420000013>
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F. de, Barreto, S. L. de T., & Brito, C. O. (2017). *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos* (H. S. Rostagno (ed.); Universida).
- Rudke, A. R., Mazzutti, S., Andrade, K. S., Vitali, L., & Ferreira, S. R. S. (2019). Optimization of green PLE method applied for the recovery of antioxidant compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L.) shell. *Food Chemistry*, 298, 125061. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125061>

- Saied, A. M., Attia, A. I., El-Kholy, M. S., Reda, F. M., & EL Nagar, A. G. (2022). Effect of cinnamon oil supplementation into broiler chicken diets on growth, carcass traits, haemato-biochemical parameters, immune function, antioxidant status and caecal microbial count. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 31(1), 21–33. <https://doi.org/10.22358/jafs/146921/2022>
- Sakomura, N. K., & Rostagno, H. S. (2016). *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos* (2^a). FUNEP.
- Sammari, H., Askri, A., Benahmed, S., Saucier, L., & Alnahhas, N. (2023). A survey of broiler breast meat quality in the retail market of Quebec. *Canadian Journal of Animal Science*, 103(3), 298–311. <https://doi.org/10.1139/cjas-2023-0001>
- Santamarina, A. B., Pisani, L. P., Baker, E. J., Marat, A. D., Valenzuela, C. A., Miles, E. A., & Calder, P. C. (2021). Anti-inflammatory effects of oleic acid and the anthocyanin keracyanin alone and in combination: effects on monocyte and macrophage responses and the NF- κ B pathway. *Food & Function*, 12(17), 7909–7922. <https://doi.org/10.1039/D1FO01304A>
- Santis, R., Albuquerque, F. C. F. C. F., Silva, R. L. S. L. S. L. S. L. S. L. S., Mesquita, L. R., Ferreira, I. D., Dourado, L. R. B. R. B., & Ferreira, G. J. B. C. J. B. C. (2022). Intestinal morphometry and performance of broiler chickens subjected to diets with buriti oil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 74(2), 359–366. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12350>
- Santos, D. T., Veggi, P. C., & Meireles, M. A. A. (2012). Optimization and economic evaluation of pressurized liquid extraction of phenolic compounds from jabuticaba skins. *Journal of Food Engineering*, 108(3), 444–452. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.08.022>
- Santos, J. S. dos, Vieira, A. B. D., & Kamada, I. (2009). Treatment of open wounds using Mosqueta Rose: a review. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 62(3), 457–462. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672009000300020>
- Schanda, J. (2007). Colorimetry: Understanding the CIE System. In *Colorimetry: Understanding the CIE System*. John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470175637>
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., & Ranganathan, J. (2018). Creating a Sustainable Food Future: Synthesis Report. *Agency for International Development, December*, 1–96. <https://www.wri.org/our-work/project/world-resources-report/publications>.
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects - A review. In *Journal of Functional Foods* (Vol. 18, pp. 820–897). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Shahidi, F., & Peng, H. (2018). Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds. *Journal of Food Bioactives, December 2018*, 11–68. <https://doi.org/10.31665/jfb.2018.4162>
- Shaji, S., Selvaraj, R. K., & Shanmugasundaram, R. (2023). Salmonella Infection in Poultry: A Review on the Pathogen and Control Strategies. In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 11, p. 2814). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112814>
- Shanmugasundaram, R., Adams, D., Ramirez, S., Murugesan, G. R., Applegate, T. J., Cunningham, S., Pokoo-Aikins, A., & Glenn, A. E. (2022). Subclinical Doses of Combined Fumonisin and Deoxynivalenol Predispose Clostridium perfringens–Inoculated Broilers to Necrotic Enteritis. *Frontiers in Physiology*, 13, 934660. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.934660>
- Shekhu, N. A. (2025). Impact of Pathogenic Bacterial Challenges on Growth Performance, Gut Morphology, Serum Biochemistry, and Meat Quality in Broiler Chickens. *Pakistan*

- Journal of Life and Social Sciences (PJLSS)*, 23(1), 7214–7224.
<https://doi.org/10.57239/pjlss-2025-23.1.00561>
- Shi, H., Yang, F., Peng, Z., Wu, J., Wang, Q., Qiu, P., Bao, R., Huang, L., Li, X., Zhang, H., & Wang, X. (2024). Oxidative stress model of lipopolysaccharide combined with thrombin inducing in broiler chicks. *Frontiers in Veterinary Science*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1369515>
- Silva, D. J., & Queiroz, A. C. de. (2002). Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. In *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos* (3rd ed.). UFV.
- Silvan, J. M., Ciechanowska, A. M., & Martinez-Rodriguez, A. J. (2020). Modulation of antibacterial, antioxidant, and anti-inflammatory properties by drying of *Prunus domestica* L. plum juice extracts. *Microorganisms*, 8(1), 119.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms8010119>
- Skřivan, M., Marounek, M., Englmaierová, M., Čermák, L., Vlčková, J., & Skřivanová, E. (2018). Effect of dietary fat type on intestinal digestibility of fatty acids, fatty acid profiles of breast meat and abdominal fat, and mRNA expression of lipid-related genes in broiler chickens. *PLOS ONE*, 13(4), e0196035.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0196035>
- Smith, D. P., & Northcutt, J. K. (2009). Pale poultry muscle syndrome. *Poultry Science*, 88(7), 1493–1496. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00509>
- Song, B., Tang, D., Yan, S., Fan, H., Li, G., Shahid, M. S., Mahmood, T., & Guo, Y. (2021). Effects of age on immune function in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00559-1>
- Sousa, W. C. de, Morais, R. A., & Zuniga, A. D. G. (2024). Buriti (*Mauritia flexuosa*) shell flour: Nutritional composition, chemical profile, and antioxidant potential as a strategy for valuing waste from native Brazilian fruits. *Food Research International*, 190, 114578. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114578>
- Speranza, P., Badan Ribeiro, A. P., Cunha, R. L., Macedo, J. A., & Macedo, G. A. (2015). Influence of emulsion droplet size on antimicrobial activity of interesterified Amazonian oils. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 207–212.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.022>
- Speranza, P., De Oliveira Falcão, A., Alves Macedo, J., Da Silva, L. H. M., Da Rodrigues, A. M. C., & Alves Macedo, G. (2016). Amazonian Buriti oil: Chemical characterization and antioxidant potential. In *Grasas y Aceites* (Vol. 67, Issue 2).
<https://doi.org/10.3989/gya.0622152>
- Suganthi, R. U. (2024). PHYTOGENIC ALTERNATIVES TO ANTIBIOTICS. *Futuristic Trends in Agriculture Engineering & Food Sciences*, 3, 208–216.
- Surai, P. F. (2014). Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: From the past to the future. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(1), 19–31.
<https://doi.org/10.1111/jpn.12070>
- Surai, P. F., Kochish, I. I., Fisinin, V. I., & Kidd, M. T. (2019). Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. In *Antioxidants* (Vol. 8, Issue 7, p. 235). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
<https://doi.org/10.3390/antiox8070235>
- Symoniuk, E., Ratusz, K., & Krygier, K. (2019). Evaluation of the Oxidative Stability of Cold-Pressed Rapeseed Oil by Rancimat and Pressure Differential Scanning Calorimetry Measurements. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(2).
<https://doi.org/10.1002/ejlt.201800017>
- Talebi, A., Asri-Rezaei, S., Rozeh-Chai, R., & Sahraei, R. (2005). Comparative studies on haematological values of broiler strains (ross, cobb, arbor-acres and arian). *International Journal of Poultry Science*, 4(8), 573–579. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.573.579>

- Tan, Z., Lu, P., Adewole, D., Diarra, M. S., Gong, J., & Yang, C. (2021). Iron requirement in the infection of Salmonella and its relevance to poultry health. In *Journal of Applied Poultry Research* (Vol. 30, Issue 1, p. 100101). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.09.016>
- Teixeira, G. L., Ibañez, E., & Block, J. M. (2022). Emerging Lipids from Arecaceae Palm Fruits in Brazil. *Molecules*, 27(13). <https://doi.org/10.3390/molecules27134188>
- Togashi, C. K., Fonseca, J. B., Soares, R. D. T. R. N., Gaspar, A., & Detmann, E. (2007). Composition of fatty acids in tissues of broilers fed by-products of passion fruit. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6 SUPPL.), 2063–2068. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000900016>
- Tolomeotti, L. S., Goes, R. H. T. B., Cangianelli, G. H., Khatlab, A. S., Pontes, K. M., Matos, E. B., Vesco, A. P. Del, Miglioranza, S., & Gasparino, E. (2024). Effect of a blend of essential oils, organic acids, tannins, vitamin E and zinc on the intestinal health of broiler chickens challenged with *Eimeria* spp., *Salmonella* Minnesota, *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 44, e07404.
<https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7404>
- Tóthová, C., Sesztáková, E., Bielik, B., & Nagy, O. (2019). Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. *Veterinary World*, 12(4), 598–604. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.598-604>
- Tufarelli, V., Laudadio, V., & Casalino, E. (2016). An extra-virgin olive oil rich in polyphenolic compounds has antioxidant effects in meat-type broiler chickens. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(7), 6197–6204.
<https://doi.org/10.1007/s11356-015-5852-1>
- Tzora, A., Bonos, E., Giannenas, I., Karamoutsios, A., Fotou, K., Sidiropoulou, E., Tsiftoglou, O., Lazari, D., Stylianaki, I., Grigoriadou, A., & Skoufos, I. (2021). Effects of dietary essential oils in combination with butyrate on growth performance, intestinal microflora, blood parameters and meat composition of broiler chickens. *European Poultry Science*, 85, 1–24. <https://doi.org/10.1399/eps.2021.327>
- Ungurianu, A., Zanfirescu, A., Nițulescu, G., & Margină, D. (2021). Vitamin e beyond its antioxidant label. In *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 5, p. 634). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox10050634>
- Van Der Flier, L. G., & Clevers, H. (2009). Stem cells, self-renewal, and differentiation in the intestinal epithelium. *Annual Review of Physiology*, 71, 241–260.
<https://doi.org/10.1146/ANNUREV.PHYSIOL.010908.163145>
- Van Limbergen, T., Sarrazin, S., Chantziaras, I., Dewulf, J., Ducatelle, R., Kyriazakis, I., McMullin, P., Méndez, J., Niemi, J. K., Papasolomontos, S., Szeleszczuk, P., Van Erum, J., & Maes, D. (2020). Risk factors for poor health and performance in European broiler production systems. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1186/s12917-020-02484-3>
- Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Panaite, T. D., Saracila, M., Turcu, R. P., & Dumitru, M. (2023). Effect of Basil, Thyme and Sage Essential Oils as Phytogenic Feed Additives on Production Performances, Meat Quality and Intestinal Microbiota in Broiler Chickens. *Agriculture (Switzerland)*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/agriculture13040874>
- Walter, R. J., Sonnentag, S. J., Munoz-Sagredo, L., Merkel, M., Richert, L., Bunert, F., Heneka, Y. M., Loustau, T., Hodder, M., Ridgway, R. A., Sansom, O. J., Mely, Y., Rothbauer, U., Schmitt, M., & Orian-Rousseau, V. (2022). Wnt signaling is boosted during intestinal regeneration by a CD44-positive feedback loop. *Cell Death and Disease*, 13(2), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41419-022-04607-0>
- Wang, J., Deng, L., Chen, M., Che, Y., Li, L., Zhu, L., Chen, G., & Feng, T. (2024). Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and

- production: A review of the literature of the last decade. In *Animal Nutrition* (Vol. 17, pp. 244–264). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.01.012>
- Wang, L., Lilburn, M., & Yu, Z. (2016). Intestinal microbiota of broiler chickens as affected by litter management regimens. *Frontiers in Microbiology*, 7(MAY), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00593>
- Xie, S., Li, Y., Zhao, S., Lv, Y., & Yu, Q. (2020). Salmonella infection induced intestinal crypt hyperplasia through Wnt/ β -catenin pathway in chicken. *Research in Veterinary Science*, 130, 179–183. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.03.008>
- Xing, Y. Y., Zheng, Y. K., Yang, S., Zhang, L. H., Guo, S. W., Shi, L. L., Xu, Y. Q., Jin, X., Yan, S. M., & Shi, B. L. (2021). Artemisia ordosica Polysaccharide Alleviated Lipopolysaccharide-induced Oxidative Stress of Broilers via Nrf2/Keap1 and TLR4/NF- κ B Pathway. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 223, 112566. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112566>
- Youssef, I. M., Khalil, H. A., Shakoori, A. M., Bagadood, R. M., Alyahyaw, A. Y., Alhazaa, R. A., Fakiha, K. G., Nasr, S., Abo-Samra, M. A., Hassan, M. S., Halim, H. S., A. El, El-Hack, M. E. A., Jaremko, M., Al-Nemi, R., & Youssef, K. M. (2023). Immune response, hematological traits, biochemical blood parameters, and histological status of laying hens influenced by dietary chitosan-oligosaccharides. *Poultry Science*, 102(9), 102834. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102834>
- Yue, K., Cao, Q. Q., Shaukat, A., Zhang, C., & Huang, S. C. (2024). Insights into the evaluation, influential factors and improvement strategies for poultry meat quality: a review. In *npj Science of Food* (Vol. 8, Issue 1, pp. 1–16). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00306-6>
- Zanatta, C. F., Mitjans, M., Urgatondo, V., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2010). Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.017>
- Zanatta, C. F., Ugartondo, V., Mitjans, M., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2008). Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) assessed by the neutral red release test. *Food and Chemical Toxicology*, 46(8), 2776–2781. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.05.001>
- Zeferino, C. P., Komiyama, C. M., Pelícia, V. C., Fascina, V. B., Aoyagi, M. M., Coutinho, L. L., Sartori, J. R., & Moura, A. S. A. M. T. (2016). Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. *Animal*, 10(1), 163–171. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001998>
- Zeng, X., Zhu, M., Liu, X., Chen, X., Yuan, Y., Li, L., Liu, J., Lu, Y., Cheng, J., & Chen, Y. (2020). Erratum: Oleic acid ameliorates palmitic acid induced hepatocellular lipotoxicity by inhibition of ER stress and pyroptosis. *Nutrition and Metabolism*, 17(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00438-y>
- Zhai, H., Liu, H., Wang, S., Wu, J., & Klueenter, A. M. (2018). Potential of essential oils for poultry and pigs. In *Animal Nutrition* (Vol. 4, Issue 2, pp. 179–186). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>
- Zhang, L. Y., Peng, Q. Y., Liu, Y. R., Ma, Q. G., Zhang, J. Y., Guo, Y. P., Xue, Z., & Zhao, L. H. (2021). Effects of oregano essential oil as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, antioxidant status, and intestinal health of broilers. *Poultry Science*, 100(7), 101163. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101163>
- Zheng, L., Duan, S. L., Wen, X. L., & Dai, Y. C. (2022). Molecular regulation after mucosal injury and regeneration in ulcerative colitis. In *Frontiers in Molecular Biosciences* (Vol. 9, p. 996057). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.996057>
- Zheng, X. C., Wu, Q. J., Song, Z. H., Zhang, H., Zhang, J. F., Zhang, L. L., Zhang, T. Y.,

Wang, C., & Wang, T. (2016). Effects of Oridonin on growth performance and oxidative stress in broilers challenged with lipopolysaccharide. *Poultry Science*, 95(10), 2281–2289. <https://doi.org/10.3382/PS/PEW161>

Zheng, Y., Xie, T., Li, S., Wang, W., Wang, Y., Cao, Z., & Yang, H. (2022). Effects of Selenium as a Dietary Source on Performance, Inflammation, Cell Damage, and Reproduction of Livestock Induced by Heat Stress: A Review. *Frontiers in Immunology*, 12(January), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.820853>

Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*, 93(12), 2970–2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>

1645 9. Tabelas
1646

1647 Tabela 1647 Composição percentual e características dos principais ácidos graxos presentes no óleo de buriti

Composição (%)				
Ácido Graxo	Tipo	Formula	Concentração	Referência
Ácido oleico (C18:1 n-9)	Monoinsaturado	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	73,3 – 78,7	Dourado et al., (2025) Aquino et al. (2023)
Ácido vacênico (C18:1 cis-11)	monoinsaturado	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	1,53	Dourado et al., (2025)
Ácido palmítico (C16:0)	Saturado	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	16 – 18,57	Pérez et al. (2018) Dourado et al., (2025)
Ácido esteárico (C18:0)	Saturado	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	1,3 – 2,5	Darnet et al., (2011) Cruz et al., (2020)
Ácido linolênico (C18:3 n3)	Poli-insaturado	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	8,2%	Speranza et al., (2020)
Ácido α-linolênico (C18:3)	Poli-insaturado	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	1,01%	Dourado et al., 2025
ácido γ-linolênico (C18:3 n-6)	Poli-insaturado	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	1,15%	Cruz et al.,2020
Ácido linoleico (C18:2 n-6)	Poli-insaturado	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	1,88 – 4,9	Dourado et al., (2025) Speranza et al.,2016

1648 C18:3 não discriminado entre isômeros (n-3 ou n-6); valores mais recentes indicam predominância de α-linolênico (n-3).

1649

1650

1651

1652

1653

1654

1655

1656

1657

1658

1659

1660

1661

1662

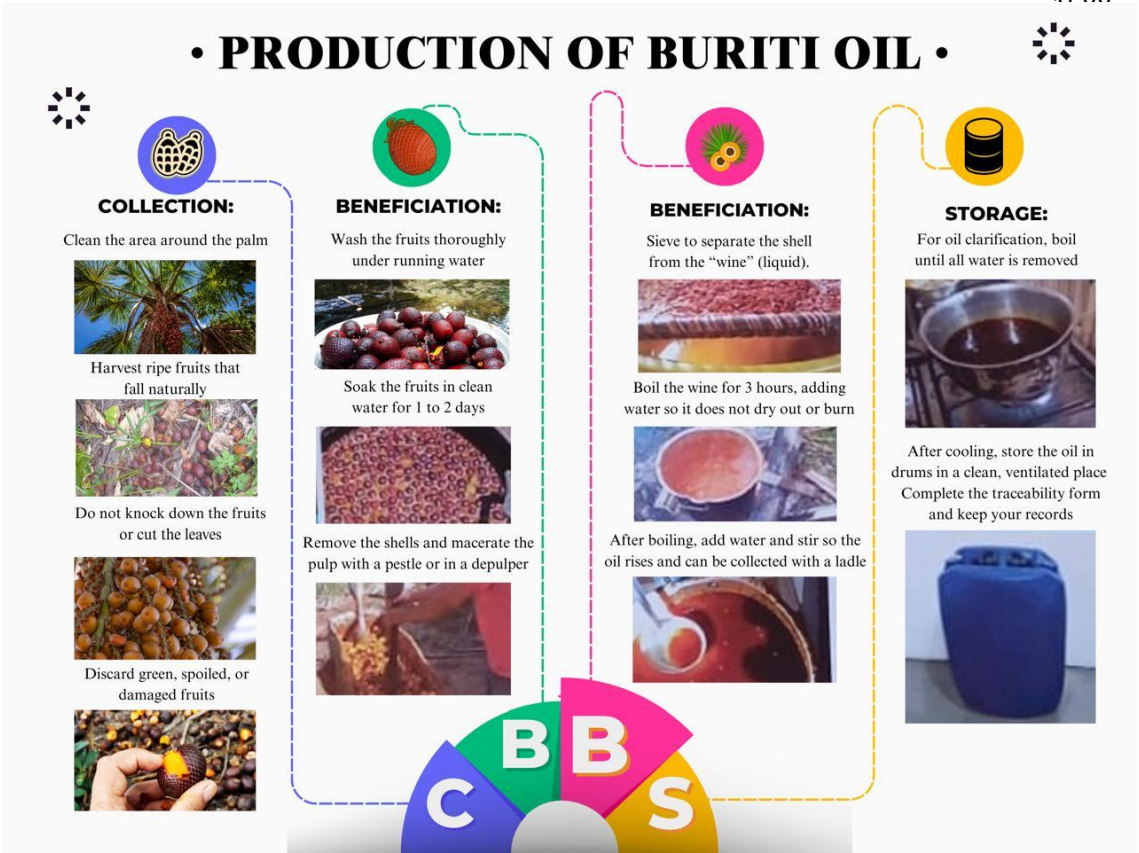
1663

Tabela 2. Efeitos fisiológicos atribuídos ao óleo de buriti em modelos experimentais

Parâmetro avaliado	Efeito observado	Referência
Desempenho produtivo	↑ GP, ↓ CA	Carvalho et al. (2024)
Morfologia intestinal	↑ altura de vilosidades; ↓ profundidade de criptas	Santis et al. (2022) Dourado et al. (2022)
Estresse oxidativo/sistema imune	↑ SOD e GPx; ↓ LDL-c	Aquino et al. (2023)
Estabilidade oxidativa (TBARS, MDA)	↓ níveis plasmáticos e hepáticos	Leão (2020) Aquino et al. (2023)
Atividade antioxidante (DPPH/ABTS)	↑ capacidade antioxidante	Oliveira et al. (2020) Faria et al. (2020)
Qualidade da carne (cor, pH, retenção)	↑ cores a e b; luminosidade e pH estáveis	Dourado et al. (2025)
Custo-benefício	viável até 0,4%; limitado a 0,8%	Carvalho et al. (2024)

ABTS: ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico); CA: conversão alimentar; DPPH: 2,2-difenil-1-picrilidrazil; GP: ganho de peso; GPx: glutational peroxidase; LDL-c: lipoproteína de baixa densidade; MDA: malonaldeído; SOD: superóxido dismutase; TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico.

1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686



1704 Figura 1. Fluxograma do processo de extração do óleo de buriti, incluindo as etapas de coleta, beneficiamento e
1705 armazenamento.

1706

1707

1708

1709

1710

1711

1712

1713

1714

1715

1716

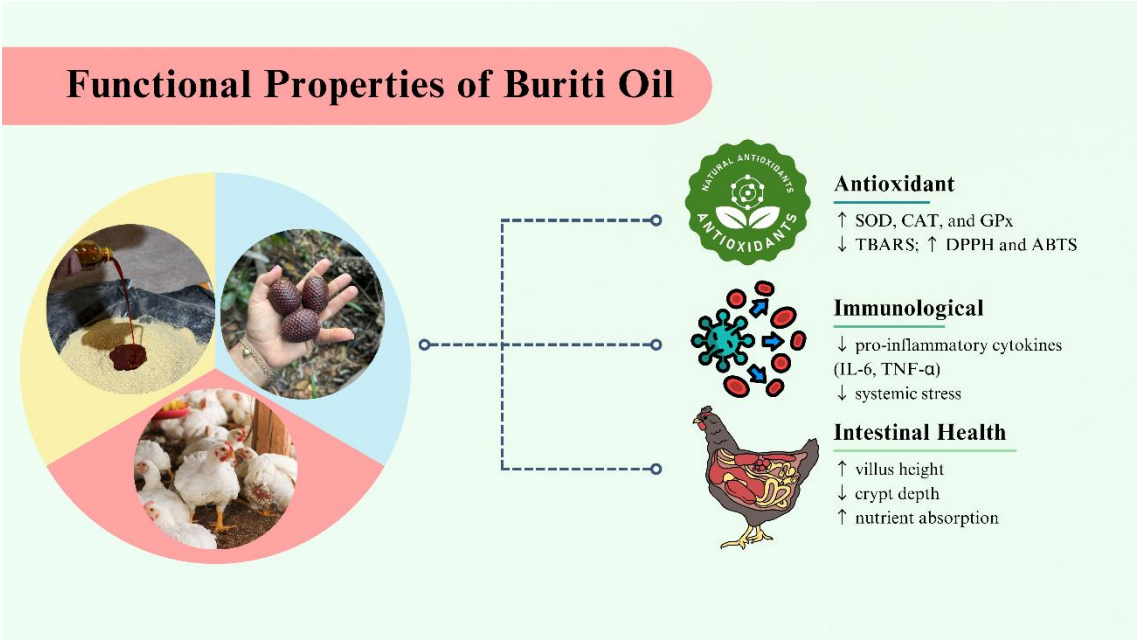
1717

1718

1719

1720

1721



1722

1723 Figura 2. Propriedades funcionais do óleo de buriti, com destaque para os efeitos antioxidantes,
1724 imunomoduladores e benefícios sobre a integridade intestinal
1725

1726

1727

1728

1729

1730

1731

1732

1733

1734

1735

1736

CAPITULO II

Efeitos do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte sob desafio sanitário

O artigo foi elaborado atendendo aos pré-requisitos para submissão à revista *Anais da Academia Brasileira de Ciências*

Efeitos do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) como alternativa a antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte sob desafio sanitário

Resumo do título: Óleo de buriti em frangos de corte

Autores: Francisca Luana de A. Carvalho^{1*}, Isabella Emmilly de Carvalho¹, Iara Silva Sousa¹, Alair Alves Pereira da Rocha Neto¹, Kaio Gabriel Falcão Rodrigues¹, Maysa Torres de Sousa Soares¹, Joicy Garcês de Freitas¹, Esmeralda Maria Lustosa Barros², Waldilleny Ribeiro de Araújo Moura², Daniel Dias Rufino Arcanjo², Hatawa Melo de Almeida Monteiro³, Allison Queiroz de Oliveira⁴ e Leilane Rocha Barros Dourado¹.

Afiliação¹: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Av. Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil.

Afiliação²: Department of Biophysics and Physiology, Federal University of Piauí, Laboratory of Functional and Molecular Studies in Physiopharmacology (LAFMOL), Minister Petrônio Portella University Campus, Ininga District, Universitária Avenue, s/n, ZIP Code 64049-550, Teresina, PI, Brazil.

Afiliação³: Departamento de Ciências Agrárias, Núcleo Integrado e Morfologia e Pesquisas com Células-tronco (NUPCelt), Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Av. Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil.

ORCID: Francisca Luana de Araújo Carvalho – <https://orcid.org/0000-0001-6132-412X>

Isabella Emmilly de Carvalho: <https://orcid.org/0009-0006-4242-8402>

Iara Silva Sousa – <https://orcid.org/0000-0001-7779-1996>

Alair Alves Pereira da Rocha Neto: <https://orcid.org/0009-0007-2599-9454>

Kaio Gabriel Falcão Rodrigues: <https://orcid.org/0009-0003-5801-6793>

Maysa Torres de Sousa Soares: <https://orcid.org/0000-0003-3982-4659>

Joicy Garcês de Freitas: <https://orcid.org/0009-0004-9749-9158>

Esmeralda Maria Lustosa Barros: <https://orcid.org/0000-0002-2520-9180>

Waldilleny Ribeiro de Araújo Moura: <https://orcid.org/0000-0001-8098-3243>

Daniel Dias Rufino Arcanjo: <https://orcid.org/0000-0001-7021-2744>

Hatawa Melo de Almeida Monteiro: <https://orcid.org/0000-0003-1103-2713>

Allison Queiroz de Oliveira: <https://orcid.org/0000-0001-7598-7477>

Leilane Rocha Barros Dourado – <https://orcid.org/0000-0001-6132-412X>

Autor correspondente: Francisca Luana de Araújo Carvalho, Endereço: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Av. Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil Telefone: (89) 99904-6970, E-mail: luanaraielly@hotmail.com, Secção: Ciências agrárias

Palavras-chave: estresse oxidativo, integridade intestinal, nutrição animal, óleo de buriti, óleo funcional.

RESUMO

Sistemas intensivos de produção de frangos de corte aumentam a exposição a patógenos entéricos, afetando desempenho, saúde intestinal e imunidade. Objetivou-se avaliar o óleo de buriti como alternativa a antibióticos promotores de crescimento sob desafio sanitário. Utilizaram-se 480 pintos de corte da linhagem Ross, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, oito repetições e 15 aves por unidade: controle positivo (com antibiótico), controle negativo (sem antibiótico) e dietas sem antibiótico suplementadas com 0,4% ou 0,8% de óleo de buriti. O desafio consistiu na administração oral de cama aviária reutilizada diluída em água, duas vezes por semana. Aos 21 dias, 0,4% de óleo de buriti aumentou o peso médio corporal, o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar em relação ao controle negativo. No jejuno, 0,4% e 0,8% de óleo de buriti aumentaram a altura das vilosidades, largura das vilosidades e comprimento das criptas. A digestibilidade da proteína bruta foi superior ao controle negativo com 0,4% e 0,8% de óleo de buriti. A concentração de hemoglobina corpuscular média foi maior com 0,8% de óleo de buriti. Conclui-se que o óleo de buriti pode substituir antibióticos promotores de crescimento em frangos sob desafio sanitário.

1. Introdução

A produção intensiva de frangos de corte favorece a disseminação de patógenos entéricos, que afetam negativamente a produtividade e a integridade intestinal das aves. O uso de antibióticos promotores de crescimento (APC) foi uma prática comum para mitigar esses efeitos. Contudo, restrições legais e a preocupação com resistência antimicrobiana impulsionaram a busca por alternativas nutricionais eficazes (Abudabos et al., 2018; Puvača et al., 2022).

Óleos funcionais têm sido avaliados por suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e imunomoduladoras, com resultados positivos frente a *Salmonella spp.*, *Clostridium perfringens* e *Escherichia coli* (Rosa et al., 2020; Ferket et al., 2020; Zhang et al., 2021; Cruvinel et al., 2023).

O óleo de buriti (OB) é composto por ácido oleico, palmítico, linoleico e linolênico, além de carotenoides, tocoferóis e compostos fenólicos (Oliveira et al., 2020). Estudos indicam que esses constituintes apresentam potencial para modular respostas oxidativas e inflamatórias, favorecer a integridade da mucosa intestinal e inibir microrganismos patogênicos (Kaulmann & Bohn, 2014; Faria et al., 2020; Zeng et al., 2020).

Ação antimicrobiana foi demonstrada in vitro frente a bactérias entéricas (Batista et al., 2012; Monteiro et al., 2019). Em condições experimentais controladas, a suplementação dietética apresentou efeitos positivos sobre desempenho, integridade intestinal e resposta imune (Santis et al., 2022; Carvalho et al., 2024; Dourado et al., 2025).

Infecções por *Salmonella spp.* e *Escherichia coli* são frequentes em sistemas intensivos e provocam lesões intestinais, aumento da conversão alimentar, mortalidade e inflamação sistêmica, além de desequilibrar a microbiota e sobrecarregar o sistema imune (Montagne et al., 2003; Calder, 2017). Estratégias nutricionais que fortaleçam a barreira epitelial e controlem a inflamação são fundamentais em cenários de desafio sanitário.

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação com óleo de buriti como alternativa aos APC em frangos de corte sob desafio sanitário, com ênfase no desempenho produtivo, digestibilidade dos nutrientes, parâmetros hematológicos, morfometria intestinal e biomarcadores oxidativos (MDA e óxido nítrico) aos 21 dias de idade.

2. Materiais e métodos

2.1 Local e Condições Experimentais

Dois experimentos foram conduzidos: um de desempenho produtivo e outro de metabolismo. Ambos foram realizados no Biotério de Aves do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Teresina, Piauí, Brasil, no período de setembro a outubro de 2023.

2.2 Aprovação de Ética

Os experimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFPI (protocolo nº 749/2022) e conduzidos conforme as diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

2.3 Desempenho Produtivo

2.3.1 Animais, Delineamento Experimental e Tratamentos

Foram utilizados 480 pintos machos de um dia da linhagem Ross AP95, com peso médio inicial de $43,17 \pm 0,64$ g. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, oito repetições e 15 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em: CP: controle positivo (com halquinol, sem óleo de buriti); CN: controle negativo (sem halquinol, sem óleo de buriti); OB0.4: dieta sem halquinol suplementada com 0,4% de óleo de buriti; OB0.8: dieta sem halquinol suplementada com 0,8% de óleo de buriti.

2.3.2 Dietas Experimentais

As dietas foram formuladas com base em milho e farelo de soja, sendo isoenergéticas e isoproteicas, de acordo com as exigências nutricionais para frangos de corte estabelecidas por Rostagno et al. (2017). O aditivo antibiótico consistiu em halquinol, uma mistura de 5,7-

dicloro-8-quinolinol, 5-cloro-8-quinolinol e 7-cloro-8-quinolinol, incluído à dieta na proporção de 50 g/tonelada de ração.

A energia metabolizável do OB foi considerada como 6.854 kcal/kg, conforme Dourado et al. (2025). A substituição parcial do óleo de soja por OB foi realizada com ajustes no nível de inerte, mantendo o valor energético e proteico constante entre os tratamentos. A composição e os níveis de inclusão dos ingredientes estão apresentados nas Tabelas I e II. O OB foi fornecido pela Cooperativa dos Produtores do Vale do Gurguéia (Bom Jesus, Piauí, Brasil).

2.3.3 Desafio Sanitário

O experimento foi conduzido sob desafio sanitário leve, utilizando cama aviária reutilizada por 12 meses, proveniente de galinhas poedeiras mantidas em sistema *cage-free*. A cama foi submetida à análise microbiológica, detectando-se *Salmonella spp.* (presença) e contagens de coliformes totais ($>10^3$ UFC/g), coliformes termotolerantes ($>10^4$ UFC/g), *Enterobacteriaceae* ($>10^2$ UFC/g), *Escherichia coli* ($>10^4$ UFC/g), *Staphylococcus aureus* ($>10^4$ UFC/g) e fungos filamentosos e leveduras ($>10^4$ UFC/g). As análises seguiram metodologias padronizadas da ISO e da APHA, confirmando elevado potencial de contaminação para aves.

Para o desafio, a cama foi distribuída nos boxes em camada uniforme de 5 cm e também incorporada à água de bebida duas vezes por semana. A solução foi preparada na proporção de 1 kg de cama para 4 L de água, filtrada e fornecida após uma hora de jejum hídrico, permanecendo disponível por duas horas. Os bebedouros foram higienizados com a mesma frequência. O protocolo foi adaptado de Barbosa et al. (2011) e seguiu princípios semelhantes aos descritos por Wang et al. (2016), visando simular exposição a patógenos entéricos em condições controladas.

2.3.4 Manejo

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, em boxes de 3 m² com cama reutilizada de palha de arroz, equipados com comedouros tubulares, bebedouros automáticos pendulares e ventiladores. O ambiente era controlado por cortinas laterais e iluminação programada, com fotoperíodo de 24L:0E na primeira semana, seguido de 16L:8E até os 42 dias.

As aves foram vacinadas no incubatório contra Marek, Gumboro e Newcastle. Água e ração foram fornecidas *ad libitum*. A temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente às 10h, por meio de termo-higrômetros digitais (Tomate®, modelo PD003) posicionados à altura do dorso das aves. Durante o período experimental, as temperaturas médias máxima e mínima foram, respectivamente, 32,5 °C e 22,8 °C, com umidade relativa média de 67%.

2.3.5 Desempenho zootécnico

O desempenho foi avaliado nos períodos de 1 a 7 e 1 a 14 e 1 a 21 dias de idade, sendo avaliados o peso médio corporal (PMC), o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA). O PMC foi obtido pela divisão do peso total das aves pelo número de aves em cada unidade experimental. O CR foi calculado pela diferença entre a quantidade fornecida e as sobras ao final de cada período. O GP foi determinado pela diferença entre o peso médio final e inicial das aves. A conversão alimentar foi calculada como a razão entre o consumo de ração e o ganho de peso ($CA = CR/GP$), com ajustes baseados no número real de aves. Os ajustes por mortalidade seguiram o método de ajuste proporcional dos consumos e do ganho de peso, conforme descrito por Sakomura & Rostagno (2016), considerando o número real de que cada ave permaneceu no experimento.

2.3.6 Avaliação dos parâmetros sanguíneos

Aos 21 dias de idade, foi coletado sangue de uma ave por unidade experimental ($n = 32$) por punção da veia ulnar (3 mL), sendo 1,5 mL transferidos para tubos contendo EDTA a 10% (0,1 mL para cada 1,0 – 5,0 mL de sangue) para realização da análise hematológica.

A avaliação hematológica incluiu os parâmetros do eritrograma (contagem de hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio e concentração média de hemoglobina corpuscular), além da proteína total e da contagem total e diferencial de leucócitos.

Todas as análises foram realizadas manualmente, a partir de esfregaços sanguíneos corados com Panótico Rápido (Laborclin, Pinhais, PR, Brasil), fixados com metanol e analisados em microscópio óptico com objetiva de imersão (Nova Optical Systems, São Paulo, Brasil), conforme descrito por Chamings (2017). Os leucócitos foram classificados em: heterófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e basófilos.

A segunda alíquota (1,5 mL) foi acondicionada em tubo sem anticoagulante, centrifugada (3.500 rpm por 15 min a 4 °C), e o soro obtido foi armazenado a –80 °C para posterior determinação das concentrações séricas de malondialdeído (MDA) e óxido nítrico (ON).

2.3.7 Estabilidade oxidativa e ensaio de nitrito do soro sanguíneo

A estabilidade oxidativa foi avaliada pelo método dos TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico), com quantificação do MDA, conforme metodologia de Buege & Aust (1978). As amostras foram incubadas com solução de TBRS a 0,67% em meio ácido, aquecidas em banho-maria a 95 °C por 30 min, resfriadas em gelo, centrifugadas e lidas a 532 nm em espectrofotômetro Biospectro SP-220® (Curitiba, Paraná, Brasil). Os resultados foram expressos em nanomoles por litro (nmol/L) e as análises realizadas em duplicata.

A concentração de ON foi estimada indiretamente por meio da dosagem de nitrito, utilizando o método de Griess (Green et al. 1982). Em placas de 96 poços, 100 μ L do sobrenadante foram incubados com 50 μ L de sulfanilamida a 1% e 50 μ L de naftilenodiamina a 0,1%, ambas em solução de ácido fosfórico a 2,5%. Após 10 min à temperatura ambiente, a absorbância foi lida a 550 nm em leitor de microplacas GloMax® Discover (Promega, EUA). A curva-padrão foi construída com soluções de nitrito de sódio.

2.3.8 Avaliação morfométrica intestinal

Aos 21 dias, uma ave por unidade experimental ($n = 32$) foi eutanasiada por deslocamento cervical para coleta de fragmentos do duodeno (5 cm após o piloro) e do jejuno (região média entre o duodeno distal e o divertículo de Meckel). As amostras (~5 cm) foram lavadas com água destilada e fixadas em formol tamponado a 10% por 24 h.

Após fixação, os tecidos foram desidratados em soluções alcoólicas crescentes, clarificados em xilol e incluídos em parafina. Cortes histológicos (5 μ m) foram obtidos em micrótomo (Leica RM2125 RTS, Microsystems, Wetzlar, Alemanha), montados em lâminas, desparafinados e corados com hematoxilina-eosina (HE), conforme Junqueira & Junqueira (1983).

As análises morfométricas seguiram Santis et al. (2022), utilizando microscópio óptico (Nova Optical Systems, São Paulo, Brasil). De cada lâmina viável, foram mensuradas 10 vilosidades, 10 criptas e 10 pontos da camada muscular, com auxílio do software ToupView® 3.7. As variáveis avaliadas incluíram altura e largura das vilosidades (AV, LV), altura e largura das criptas (AC, LC), perímetro das vilosidades (PV), espessura da camada muscular (MUS) e relação vilo:cripta (RVC).

3. Ensaio de Metabolismo

3.1 Caracterização das aves e delineamento experimental

Foram utilizados 128 frangos de corte machos da linhagem Ross AP95, com 16 dias de idade e peso médio de $459,62 \pm 25,47$ g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, oito repetições e 4 aves por unidade experimental. As aves foram alojadas em baterias metálicas contendo gaiolas de $1 \times 1 \times 0,5$ m, equipadas com comedouros e bebedouros. Os tratamentos, as dietas e o programa de alimentação seguiram o mesmo protocolo adotado no ensaio de desempenho. O desafio sanitário foi conduzido por meio da administração oral de cama aviária reutilizada, diluída em água, aplicada em duas ocasiões: durante a fase de adaptação e na fase de coleta.

3.1 Condições ambientais e manejo experimental

A temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente às 10h, por meio de termo-higrômetros digitais (Tomate®, modelo PD003) posicionados à altura do dorso das aves. Durante o período experimental, as temperaturas médias máxima e mínima foi de 34°C e $20,8^{\circ}\text{C}$, respectivamente, e a umidade relativa foi de 68%. As aves receberam água e ração *ad libitum* e foram manejadas quatro vezes ao dia. O programa de luz adotado foi intermitente, com 22 horas de iluminação diária.

3.2 Coleta e processamento das excretas

Utilizou-se o método de coleta total de excretas, com cinco dias de adaptação às dietas experimentais e quatro dias de coleta. O óxido férrico (1%) foi empregado como marcador para delimitar o início e o término da coleta. As excretas foram coletadas uma vez ao dia, acondicionadas em sacos plásticos identificados, pesadas diariamente e armazenadas em freezer até o final do período experimental. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas e submetidas à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após esse processo, foram novamente pesadas e preparadas para as análises laboratoriais.

3.3 Análises laboratoriais e cálculos

As análises químicas das dietas e das excretas foram realizadas conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). A partir dos dados obtidos, foram calculados os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), do extrato etéreo (EE), da proteína bruta (PB) e da energia bruta (EB) das dietas experimentais, conforme metodologia descrita por Sakomura & Rostagno (2016).

4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à ANOVA unilateral, utilizando o procedimento GLM do software SAS® OnDemand for Academics. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Student–Newman–Keuls (SNK) a 5% de significância ($p \leq 0,05$), considerando-se tendência quando $0,05 < p \leq 0,10$.

Exceto para os parâmetros de MDA e óxido nítrico, cujos resíduos foram avaliados quanto à normalidade (teste de Shapiro–Wilk) e à homogeneidade de variâncias (teste de Levene). Para atender aos pressupostos da ANOVA, aplicou-se a transformação Box–Cox: MDA ($\lambda = -0,3$) e óxido nítrico ($\lambda = -1,2$). Essas variáveis foram analisadas por ANOVA, seguidas do teste de Tukey HSD ($p \leq 0,05$), e as médias apresentadas correspondem aos valores na escala original.

5. Resultados

Na Tabela III estão apresentados os efeitos dos tratamentos sobre PMC, CR, GP e CA nos períodos de 1–7, 1–14 e 1–21 dias de idade. Nos períodos de 1–7 e 1–14 dias, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para nenhuma variável avaliada ($p > 0,05$). Aos 21 dias, PMC, GP e CA foram influenciados pelos tratamentos ($p \leq 0,05$).

Os maiores valores de PMC e GP foram observados no controle positivo e no tratamento DSA+0,4% OB, que não diferiram entre si e foram superiores ao DSA+0,0% OB ($p = 0,0001$), este último apresentando as menores médias. A menor CA foi observada no OB0.4 ($p = 0,05$), enquanto o maior valor foi registrado no DAS+OB, que diferiu do 0,4% OB. O controle positivo e o DAS+0,8% OB apresentaram valores intermediários, sem diferença significativa entre si.

Na Tabela IV estão apresentados os coeficientes de digestibilidade da MS, MM, EB, PB e EE das dietas experimentais. Os maiores valores de CDMS e CDEB foram registrados no controle positivo, superiores aos demais tratamentos ($p = 0,01$; $p = 0,0001$), que não diferiram entre si. O CDPB foi mais elevado no controle positivo e no OB0.8, estatisticamente semelhantes e superiores ao CN ($p = 0,0001$).

O OB0.4 apresentou valor intermediário, enquanto o CN registrou o menor valor, diferindo significativamente de todos os demais tratamentos. Observou-se tendência de aumento no CDMM com a inclusão de OB, com valores numericamente superiores ao CN ($0,05 < p \leq 0,10$). O CDEE não foi influenciado pelos tratamentos ($p = 0,64$).

Conforme apresentado na Tabela V, a suplementação com OB não promoveu diferenças significativas nos parâmetros hematológicos ($p > 0,05$), com exceção da CHCM. Os valores de CHCM foram semelhantes entre o controle positivo e o OB0.8 ($p = 0,05$). Os tratamentos CN e OB0.4 apresentaram valores inferiores ao controle positivo e estatisticamente semelhantes ao OB0.8.

Na Tabela VI estão apresentados os resultados dos parâmetros leucocitários e dos níveis séricos de ON e MDA. Os valores de leucócitos totais, heterófilos, linfócitos, eosinófilos e monócitos foram estatisticamente semelhantes entre os tratamentos ($p > 0,05$). Observou-se tendência para o MDA sérico, com valor numericamente superior no CN em relação aos demais ($0,05 < p \leq 0,10$). Os níveis de ON foram semelhantes entre os tratamentos ($p = 0,34$).

Na Tabela VII estão apresentados os dados morfológicos do duodeno e jejuno aos 21 dias. No duodeno, os tratamentos não alteraram PV, AV, LV, AC, LC, MUS e RVC ($p > 0,05$).

No jejuno, as variáveis PV, AV e LC foram influenciadas pelos tratamentos ($p \leq 0,05$). Para PV e AV, o DSA+0,4% OB apresentou valores semelhantes ao controle positivo e superiores ao DAS+0,0% OB ($p = 0,01$). Este último registrou os menores valores, estatisticamente semelhantes ao OB0.8 e inferiores ao OB0.4.

A LC foi maior nos grupos com OB0.4 OB0.4, com valores estatisticamente semelhantes ao controle positivo e superiores ao CN ($p = 0,002$). CN apresentou a menor LC, diferindo dos demais tratamentos. As variáveis LV, AC, MUS e RVC não foram afetadas pelos tratamentos ($p > 0,05$).

6. Discussão

6.1 Desempenho produtivo

Durante a fase inicial (1 a 14 dias), o desempenho das aves foi semelhante entre os tratamentos, o que reflete a imaturidade fisiológica característica desse período. A limitada capacidade digestiva e imunológica reduz a resposta aos aditivos funcionais, uma vez que o trato gastrointestinal ainda está em desenvolvimento. Nessa fase, a gema residual supre parte das exigências nutricionais (Ravindran & Reza Abdollahi, 2021), e a estrutura intestinal imatura restringe a absorção de carotenoides e tocoferóis (Abdelli et al., 2021; Song et al., 2021). Além disso, a microbiota em formação limita a ação antimicrobiana e imunomoduladora dos aditivos (Fornós et al., 2022), enquanto a imunidade passiva proveniente da matriz sustenta o desempenho inicial.

Resultados semelhantes foram relatados por Moraes et al. (2023) em frangos desafiados com *Eimeria spp.* e por Ferket et al. (2020) e ao utilizarem blends de óleos funcionais. Esses estudos indicam que os efeitos de aditivos com propriedades antioxidantes e antimicrobianas

tornam-se mais evidentes em fases posteriores, quando há maior maturidade intestinal e incremento da pressão microbiana (Obianwuna et al., 2024).

Aos 21 dias, a suplementação com 0,4% OB aumentou o peso médio corporal em 3,4% e o ganho de peso em 3,6%, além de melhorar a conversão alimentar em 5,71% em comparação ao grupo sem aditivos, apresentando desempenho equivalente ao obtido com antibiótico promotor de crescimento. Resultados similares foram observados por Zhang et al. (2021) com 0,2% de óleo essencial de orégano em dietas sem APC.

O melhor desempenho com 0,4% de OB está associado ao elevado teor de ácido oleico, que favorece a digestão de lipídios e o aproveitamento energético (Çalışlar, 2019; Oliveira et al., 2020). O ácido oleico também modula a expressão de citocinas pró-inflamatórias e reduz o estresse oxidativo sistêmico, contribuindo para a homeostase intestinal (Lipiński et al., 2021). O β -caroteno, convertido em vitamina A na borda em escova intestinal, auxilia na manutenção da integridade da mucosa e na recuperação tecidual sob desafio entérico (Li et al., 2022). Esses mecanismos, em conjunto, aumentam a eficiência de absorção de nutrientes e melhoram o metabolismo energético.

O OB também exerce ação antimicrobiana e moduladora da microbiota intestinal, favorecendo o crescimento de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Faecalibacterium prausnitzii*, ao mesmo tempo em que inibe patógenos Gram-positivos e Gram-negativos (Abdel-Latif et al., 2021; Obianwuna et al., 2024). Esse equilíbrio microbiano reforça a barreira intestinal e reduz a competição por nutrientes, resultando em maior eficiência alimentar.

Por outro lado, o desempenho obtido com 0,8% de OB foi semelhante ao do grupo controle. Reduções semelhantes em níveis mais elevados também foram observadas por Santis et al. (2022) e Dourado et al. (2025), mesmo na ausência de desafio sanitário. Embora as dietas tenham sido ajustadas energeticamente, a ingestão excessiva de compostos bioativos

pode induzir efeito pró-oxidante, aumentar o estresse hepático e alterar o metabolismo (Peng et al., 2013; Elvira-Torales et al., 2019; Miazek et al., 2022).

Carvalho et al. (2024) também relataram aumento no peso relativo do pâncreas com 0,8% de OB, o que, segundo Çenesiz & Çiftci, (2020), indica maior exigência digestiva. Esse efeito pode estar relacionado ao aumento da ingestão de ácido palmítico, que representa cerca de 18% da composição do OB, um ácido graxo saturado de cadeia longa que exige maior emulsificação e secreção pancreática (Skřivan et al., 2018). Essa sobrecarga metabólica pode explicar a redução de desempenho observada nesse nível de inclusão.

6.2 Digestibilidade dos nutrientes

A maior digestibilidade observada no grupo com APC está associada à ação antimicrobiana do aditivo, que reduz a carga patogênica e preserva a integridade intestinal sob desafio sanitário (Basit et al., 2020). Nos tratamentos com OB (0,0%, 0,4% e 0,8%), os valores de CDMS e CDEB foram semelhantes, indicando que os níveis testados não restauraram a digestibilidade. A inflamação intestinal causada por *Salmonella spp.* provavelmente comprometeu a absorção de nutrientes na ausência de ação antimicrobiana (Guo et al., 2022).

O CDPB foi menor no grupo sem aditivos, reflexo da ativação imune e da inflamação intestinal. Infecções por *Salmonella spp.* promovem migração de linfócitos, macrófagos e heterófilos para a mucosa, reduzindo a função absorptiva (Fasina et al., 2008). A síntese de imunoglobulinas, citocinas e proteínas de fase aguda aumenta a demanda por aminoácidos, reduzindo seu aproveitamento (Kogut et al., 2025).

A suplementação com 0,4% e 0,8% de OB atenuou os efeitos do desafio, resultando em CDPB semelhantes ao grupo com APC. Esse resultado está associado à presença de carotenoides e tocoferóis, que reduzem o estresse oxidativo, preservam a integridade da

mucosa e minimizam danos inflamatórios (Karadas et al., 2016). Esses compostos estabilizam as junções epiteliais e mantêm a função de barreira, favorecendo a absorção de aminoácidos (Surai, 2014). O efeito é potencializado pela maior abundância de *Lactobacillus spp.*, capazes de degradar proteínas alimentares e liberar peptídeos de menor peso molecular (Nascimento Silva et al. 2023). Resultado semelhante foi descrito por Luengas (2011), que observou aumento no CDPB de frangos suplementados com probióticos ou APC sob desafio sanitário, sem efeito sobre a MS.

O CDMM foi levemente inferior no grupo com APC, enquanto as aves alimentadas com 0,0% e 0,4% OB apresentaram melhor digestibilidade mineral, indicando tendência positiva de efeito do óleo. Esse comportamento pode estar relacionado à ação antimicrobiana não seletiva do halquinol, que não estimula o crescimento de bactérias benéficas como *Lactobacillus spp.* (Basit et al., 2020). Essas bactérias integram a microbiota funcional e produzem metabólitos fermentativos que favorecem a digestão e absorção de nutrientes (Ren et al., 2019).

Basit et al. (2020) relataram que o comprometimento da microbiota, associado à persistência de *Staphylococcus aureus* mesmo com o uso de aditivos, pode prejudicar a absorção mineral. A redução de bactérias produtoras de fitase e ácidos graxos de cadeia curta eleva o pH intestinal, dificultando a solubilização e a absorção de Ca, P e Zn (Bedford & Gong 2018). No presente estudo, os tratamentos com 0,0% e 0,4% OB apresentaram CDMM semelhantes, sugerindo preservação da microbiota e da integridade intestinal mesmo na ausência de aditivos (Surai 2014; Ahmed et al. 2015).

A ausência de efeito dos tratamentos sobre o CDEE sob desafio sanitário indica que a digestão e absorção de lipídios não foram alteradas. Em condições sem desafio, Carvalho (2019) relatou aumento do CDEE com 0,2–0,6% OB e redução com 0,8%. O desafio entérico compromete essa digestão por lesão da mucosa, desconjugação de ácidos biliares e redução da

emulsificação, o que limita a ação de lipases e a formação de micelas (Myers & Rochell, 2024). Dourado et al. (2025) não observaram diferença no CDEE com 1–2% de óleo de buriti. Inclusões acima de 0,8% podem limitar a absorção por sobrecarga do sistema digestivo e alteração da fase micelar, conforme registrado por Carvalho (2019) e Dourado et al. (2025).

6.3 Avaliação dos parâmetros hematológicos

A resposta hematológica ao desafio sanitário restringiu-se à CHCM, que apresentou redução nos grupos 0,0% e 0,4% OB, enquanto 0,8% OB os valores foram semelhantes ao APC. Essa redução indica leve anemia hipocrômica, associada à menor absorção de ferro e à síntese de hemoglobina prejudicada pela inflamação intestinal induzida por *Salmonella spp.* (Tan et al., 2021).

A manutenção da CHCM com 0,8% OB pode estar relacionada à presença de β -caroteno, α -tocoferol e ácido oleico, compostos com ação antioxidante e moduladora da inflamação (Kaulmann & Bohn, 2014; Zeng et al., 2020; Perić et al., 2022). O ácido palmítico e os compostos fenólicos do OB também podem contribuir para a estabilidade da membrana eritrocitária frente ao estresse oxidativo (Aquino et al., 2023).

Em modelo de sobrecarga de ferro, Rocha et al. (2023) relataram maior atividade das enzimas superóxido dismutase e glutathione peroxidase com o uso de OB, confirmando seu efeito antioxidante. No entanto, Dourado et al. (2025) não observaram alterações na CHCM ou em outros índices hematológicos em frangos suplementados com OB. Homyok et al. (2025) também relataram estabilidade hematológica sob estresse térmico, indicando baixa sensibilidade desses parâmetros frente a desafios moderados nas fases iniciais de criação.

6.4 Avaliação dos parâmetros leucocitários

A contagem total de leucócitos variou de 29.200 a 40.400 células/ μ L, valores acima da faixa de referência para frangos aos 21 dias (18.570–23.840 células/ μ L) (Talebi et al., 2005), sugerindo ativação imune decorrente do desafio sanitário. Embora sem significância estatística, a inclusão de 0,4% de OB reduziu em 38% a contagem total de leucócitos, enquanto 0,8% OB reduziu em 60% os linfócitos e em 100% os monócitos, em comparação ao grupo sem aditivos. Resultados semelhantes foram descritos por Dourado et al. (2025) em frangos alimentados com OB sem desafio sanitário.

O efeito imunomodulador do OB é atribuído aos seus compostos bioativos, que estimulam a atividade fagocitária e modulam mediadores inflamatórios (Cruz et al., 2020; Latief et al., 2018). Carvalho (2019) observou redução na contagem total de leucócitos com 0,4% de OB. Dourado et al. (2025) relataram redução nos linfócitos em níveis de 1% a 2%.

Os principais ácidos graxos do OB atuam sinergicamente na modulação da inflamação e apresentam atividade antimicrobiana e antifúngica em modelos animais e celulares (Prasath et al., 2021; Charlet et al., 2022). A ausência de significância estatística pode estar relacionada à baixa sensibilidade desses parâmetros em fases iniciais, associada ao manejo adequado e à estabilidade fisiológica das aves (Lee et al., 2003; Youssef et al., 2023).

O grupo sem aditivos apresentou tendência de maior MDA sérico, enquanto os suplementados com OB registraram valores menores, possivelmente pelo efeito antioxidante do óleo (Aquino et al., 2023). Cruvinel et al. (2023) relataram resultado semelhante com 0,6% de óleo funcional de pequi em frangos desafiados.

Os níveis séricos de ON foram semelhantes entre os tratamentos, demonstrando ausência de ativação sistêmica das vias inflamatórias. A produção de ON está relacionada à expressão da enzima iNOS, geralmente induzida em condições de estresse oxidativo e inflamação (Latief et al., 2018). Em contrapartida, Rodrigues et al. (2024), em modelo

murino, observaram redução da expressão de iNOS e da produção de ON com suplementação de OB, associada à presença de compostos com atividade anti-inflamatória.

Morfometria intestinal

No duodeno, não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis morfológicas analisadas. A estabilidade pode estar relacionada à menor sensibilidade desse segmento a variações dietéticas e sanitárias aos 21 dias de idade, em comparação ao jejuno (Xie et al., 2020; Ravindran & Reza Abdollahi, 2021). A ausência de alterações sugere preservação da área absorptiva e ausência de lesões teciduais.

No jejuno, frangos suplementados com 0,4% e 0,8% de OB apresentaram maiores PV, AV e LC em relação ao grupo sem aditivos. Alterações semelhantes foram relatadas com fitobióticos em frangos sob desafio entérico, associadas a maior absorção de nutrientes e melhor desempenho (Ragaa & Korany, 2016). A elevação simultânea dessas variáveis indica expansão da superfície absorptiva e renovação epitelial preservada (Laudadio et al., 2012; Abudabos et al., 2018; Khan et al., 2020;), o que pode ter contribuído para os maiores coeficientes de digestibilidade da PB observados nos mesmos tratamentos.

Segundo Santos et al. (2009) e Zanatta et al. (2008), o OB estimula a proliferação celular devido à sua ação cicatrizante. Nesse processo, as células presentes nas criptas se multiplicam, migram e se diferenciam ao longo das vilosidades, promovendo seu alongamento e aumentando a superfície absorptiva da mucosa intestinal (Santis et al., 2022).

Esses efeitos podem estar relacionados à presença de β -caroteno, luteína e α -tocoferol no OB, compostos que, conforme descrito em estudos prévios, plausivelmente preservam a integridade epitelial por meio da modulação das vias NF- κ B e Nrf2 (Calder, 2017; Kouvedaki et al., 2024).

6.5 Aplicabilidade prática e industrial

No presente estudo, o OB foi utilizado como aditivo funcional na fase inicial de frangos de corte, em sistemas sem APC. A inclusão de 0,4% foi associada à manutenção do desempenho produtivo, preservou a integridade intestinal e modulou a resposta imune sob desafio sanitário. Essa aplicação é relevante para sistemas que visam reduzir o uso de insumos sintéticos, como produções caipiras, orgânicas ou convencionais voltadas a nichos específicos. Por ser um produto vegetal e regional, o OB pode agregar valor à cadeia produtiva e contribuir para estratégias sustentáveis na avicultura. A adoção em escala comercial requer ajustes no manejo e padronização da cadeia de produção.

7. Conclusão

A inclusão de óleo de buriti melhorou o desempenho produtivo, aumentou a digestibilidade dos nutrientes, preservou a saúde intestinal e modulou a resposta imune, configurando-se como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte sob desafio sanitário.

8. Contribuições dos autores

Francisca Luana de A. Carvalho: concepção e condução do experimento, coleta e análise dos dados, redação do manuscrito. Iara Silva Sousa: condução do experimento, coleta e análise dos dados, apoio na discussão dos resultados, redação técnica, revisão gramatical. Isabella Emmilly de Carvalho: apoio na condução do experimento, coleta de dados e análises histológicas. Alair Alves Pereira da Rocha Neto: auxílio na condução do experimento e manejo das aves, análises e tabulação dos dados. Kaio Gabriel Falcão Rodrigues: auxílio na condução do experimento e manejo das aves. Maysa Torres de Sousa Soares: apoio na condução do experimento e na coleta de dados. Joicy Garcês de Freitas: apoio na condução do

experimento e na coleta de dados. Esmeralda Maria Lustosa Barros: suporte técnico em análises laboratoriais. Waldilley Ribeiro de Araújo Moura: suporte técnico em análises laboratoriais. Daniel Dias Rufino Arcanjo: suporte técnico e orientação nas análises laboratoriais. Hatawa Melo de Almeida Monteiro: condução das análises morfológicas e revisão do manuscrito. Allison Queiroz de Oliveira: execução da análise estatística. Leilane Rocha Barros Dourado: concepção do projeto, supervisão da execução do experimento, análise estatística, interpretação dos dados e revisão crítica do manuscrito.

9. Referências

- Abdel-Latif, M. A., Elbestawy, A. R., El-Far, A. H., Noreldin, A. E., Emam, M., Baty, R. S., Albadrani, G. M., Abdel-Daim, M. M., & El-Hamid, H. S. A. (2021). Quercetin dietary supplementation advances growth performance, gut microbiota, and intestinal mrna expressiogenes in broiler chickens. *Animals*, 11(8), 2302. <https://doi.org/10.3390/ani11082302>
- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. In *Animals* (Vol. 11, Issue 12, p. 3471). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani11123471>
- Abudabos, A. M., Alyemni, A. H., Dafalla, Y. M., & Khan, R. U. (2018). The effect of phytogenics on growth traits, blood biochemical and intestinal histology in broiler chickens exposed to *Clostridium perfringens* challenge. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 691–695. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1383258>
- Aidara-Kane, A., Angulo, F. J., Conly, J., Minato, Y., Silbergeld, E. K., McEwen, S. A., Collignon, P. J., Balkhy, H., Collignon, P., Friedman, C., Hollis, A., Kariuki, S., Kwak, H. S., McEwen, S., Moulin, G., Ngandjio, A., Rollin, B., Rossi, F., & Wallinga, D. (2018). World Health Organization (WHO) guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13756-017-0294-9>
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Taha, A. E., Tiwari, R., Iqbal Yatoo, M., Bhatt, P., Khurana, S. K., & Dhama, K. (2019). Omega-3 and omega-6 fatty acids in poultry nutrition: Effect on production performance and health. *Animals*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/ani9080573>
- Almosny, N. R. P., Silva, K. de P., Melo, D. L. da S., Vasconcelos, T. C. de, & Monteiro, A. de O. (1998). Hematologia de aves: Valores normais em hemograma de mutum de Alagoas (Mitu mitu). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 5(3), 119–122. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2015.116>
- Amaral, A. B., Solva, M. V. Da, & Lannes, S. C. D. S. (2018). Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors - a review. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38, 1–15. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>
- Apostolakos, I., Laconi, A., Mughini-Gras, L., Yapiçier, Ö. Ş., & Piccirillo, A. (2021). Occurrence of Colibacillosis in Broilers and Its Relationship With Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC) Population Structure and Molecular Characteristics. *Frontiers*

- in *Veterinary Science*, 8(September), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.737720>
- Aquino, J. D. S., Batista, K. S., Araujo-silva, G., Coutinho, D., Guzm, C., Magnani, M., & Pontes, C. N. De. (2023). *Antioxidant and Lipid-Lowering Effects of Buriti Oil*.
- Arantes, M. V. C., & Günther, W. M. R. (2023). the Best Sustainable Practices for Chemical Waste Management in Public Higher Education Institutions. *Quimica Nova*, 46(7), 724–730. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230034>
- Arise, R. O., Adebayo, J. O., & Iggunnu, A. (2009). Effects of aqueous extract of Eucalyptus globulus on lipid peroxidation and selected enzymes of rat liver. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(2), 077–081.
- Aryal, B., Kwakye, J., Ariyo, O. W., Ghareeb, A. F. A., Milfort, M. C., Fuller, A. L., Khatiwada, S., Rekaya, R., & Aggrey, S. E. (2025). Major Oxidative and Antioxidant Mechanisms During Heat Stress-Induced Oxidative Stress in Chickens. *Antioxidants*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/antiox14040471>
- Ávila, M. A. de, Nunes, Y. R. F., Souza, C. S., Machado, A. de O., Mazzottini-dos-Santos, H. C., Ribeiro, L. M., Santos, R. M. dos, & de Azevedo, I. F. P. (2023). Local environment contributes to shape phenological patterns in *Mauritia flexuosa* L.f. *Forest Ecology and Management*, 545(July), 0–2. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121252>
- Awad, W. A., Hess, C., & Hess, M. (2017). Enteric pathogens and their toxin-induced disruption of the intestinal barrier through alteration of tight junctions in chickens. In *Toxins* (Vol. 9, Issue 2, p. 60). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/toxins9020060>
- Baldi, G., Soglia, F., & Petracci, M. (2020). Current Status of Poultry Meat Abnormalities. *Meat and Muscle Biology*, 4(2), 4–5. <https://doi.org/10.22175/mmb.9503>
- Bao, T., Yao, J., Zhou, S., Ma, Y., Dong, J., Zhang, C., & Mi, Y. (2022). Naringin prevents follicular atresia by inhibiting oxidative stress in the aging chicken. *Poultry Science*, 101(7), 101891. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101891>
- Barbosa, M. U., Silva, M. D. A., Barros, E. M. L., Barbosa, M. U., De Sousa, R. C., Lopes, M. A. D. C., & Coelho, N. P. M. D. F. (2017). Topical action of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) in myositis induced in rats. *Acta Cirurgica Brasileira*, 32(11), 956–963. <https://doi.org/10.1590/s0102-865020170110000007>
- Barbosa, N. A. A., Sakomura, N. K., Oviedo-Rondón, E. O., Bonato, M. A., Kawauchi, I. M., Dari, R. L., & Fernandes, J. B. K. (2011). Mananoligossacarídeos em dietas para frangos de corte. *Ciência Rural*, 41(12), 2171–2176. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782011001200021>
- Barboza, N. L., Cruz, J. M. dos A., Corrêa, R. F., Lamarão, C. V., Lima, A. R., Inada, N. M., Sanches, E. A., Bezerra, J. de A., & Campelo, P. H. (2022). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.): An Amazonian fruit with potential health benefits. *Food Research International*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111654>
- Basiouni, S., Tellez-Isaias, G., Latorre, J. D., Graham, B. D., Petrone-Garcia, V. M., El-Seedi, H. R., Yalçın, S., El-Wahab, A. A., Visscher, C., May-Simera, H. L., Huber, C., Eisenreich, W., & Shehata, A. A. (2023). Anti-Inflammatory and Antioxidative Phytogetic Substances against Secret Killers in Poultry: Current Status and Prospects. *Veterinary Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/vetsci10010055>
- Basit, M. A., Kadir, A. A., Loh, T. C., Aziz, S. A., Salleh, A., Zakaria, Z. A., & Idris, S. B. (2020). Comparative efficacy of selected phytobiotics with halquinol and tetracycline on gut morphology, ileal digestibility, cecal microbiota composition and growth performance in broiler chickens. *Animals*, 10(11), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ani10112150>
- Batista, S., Olinda, R. G., Medeiros, V. B., Rodrigues, C. M. F., Oliveira, A. F., Paiva, E. S., Freitas, C. I. A., & da Cunha Medeiros, A. (2012). Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. *Ciencia Rural*, 42(1), 136–141.

- <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000100022>
- Bess, F., Favero, A., Vieira, S. L., & Torrent, J. (2012). The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(3), 567–578. <https://doi.org/10.3382/JAPR.2011-00481>
- Bi, S., Qu, Y., Shao, J., Zhang, J., Li, W., Zhang, L., Ni, J., & Cao, L. (2022). Ginsenoside Rg3 Ameliorates Stress of Broiler Chicks Induced by *Escherichia coli* Lipopolysaccharide. *Frontiers in Veterinary Science*, 9(April), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.878018>
- Bilal, R. M., Liu, C., Zhao, H., Wang, Y., Farag, M. R., Alagawany, M., Hassan, F. U., Elnesr, S. S., Elwan, H. A. M., Qiu, H., & Lin, Q. (2021). Olive Oil: Nutritional Applications, Beneficial Health Aspects and its Prospective Application in Poultry Production. *Frontiers in Pharmacology*, 12(August), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.723040>
- Blasi, F., Urbani, E., Simonetti, M. S., Chiesi, C., & Cossignani, L. (2016). Seasonal variations in antioxidant compounds of *Olea europaea* leaves collected from different Italian cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89, 202–207. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.025>
- Bonos, E., Skoufos, I., Giannenas, I., Fotou, K., Sidiropoulou, E., Tsiftoglou, O., Lazari, D., Galamatis, D., Stylianaki, I., & Tzora, A. (2022). Augmenting broiler diets with essential oils affects growth, intestinal microbiota and morphology, and meat quality. *South African Journal of Animal Science*, 52(4), 506–520. <https://doi.org/10.4314/sajas.v52i4.11>
- Bosetti, G. E., Griebler, L., Aniecevski, E., Facchi, C. S., Baggio, C., Rossatto, G., Leite, F., Valentini, F. D. A., Santo, A. D., Pagnussatt, H., Boiago, M. M., & Petrolli, T. G. (2020). Microencapsulated carvacrol and cinnamaldehyde replace growth-promoting antibiotics: Effect on performance and meat quality in broiler chickens. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 92(3), 1–14. <https://doi.org/10.1590/0001-37652020200343>
- Branciar, R., Galarini, R., Giusepponi, D., Trabalza-Marinucci, M., Forte, C., Roila, R., Miraglia, D., Servili, M., Acuti, G., & Valiani, A. (2017). Oxidative status and presence of bioactive compounds in meat from chickens fed polyphenols extracted from olive oil industry waste. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9), 1566. <https://doi.org/10.3390/su9091566>
- Brelaz, K. C. B. T. R., Cruz, F. G. G., Rufino, J. P. F., Brasil, R. J. M., Silva, A. F., Costa, V. R., & Santos, A. N. de A. (2024). Apparent digestibility of fish waste oil in diets for laying hens. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 46. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.66788>
- Buege, J. A., & Aust, S. D. (1978). Microsomal Lipid Peroxidation. *Methods in Enzymology*, 52(C), 302–310. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(78\)52032-6](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(78)52032-6)
- Calder, P. C. (2017). Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: From molecules to man. In *Biochemical Society Transactions* (Vol. 45, Issue 5, pp. 1105–1115). Portland Press Ltd. <https://doi.org/10.1042/BST20160474>
- Çalışlar, S. (2019). The Important of Beta Carotene on Poultry Nutrition. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 33(3), 252–259. <https://doi.org/10.15316/sjafs.2019.185>
- Cartoni Mancinelli, A., Baldi, G., Soglia, F., Mattioli, S., Sirri, F., Petracci, M., Castellini, C., & Zampiga, M. (2023). Impact of chronic heat stress on behavior, oxidative status and meat quality traits of fast-growing broiler chickens. *Frontiers in Physiology*, 14(September), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1242094>
- Carvalho, F. L. A. (2019). *Óleo de buriti como alternativa aos antibióticos melhoradores de desempenho em dietas para frangos de corte*.

- Carvalho, F. L. A., Lopes, P. M., Moura, F. A. S., Dourado, L. B. R., De Souza, R. G., Feitoza, A. C., De Oliveira, A. N., & Biagiotti, D. (2024). Buriti oil as an alternative to the use of antimicrobials in broiler diets. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 96(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230577>
- Çenesiz, A. A., & Çiftci. (2020). Modulatory effects of medium chain fatty acids in poultry nutrition and health. In *World's Poultry Science Journal* (Vol. 76, Issue 2, pp. 234–248). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1739595>
- Ceylan, N., Bortoluzzi, C., Gunturkun, O., & Perez-Calvo, E. (2024). Comparative effects of dietary muramidase and phytogenics on the growth performance and gastrointestinal functionality of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(10), 104147. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104147>
- Chamings, A. (2017). *Construction and Evaluation of a Low-cost Haematology Slide-scanning Robot*. 74–81.
- Chang, W. Y., & Yu, Y. H. (2022). Effect of *Bacillus* species–fermented products and essential oils on growth performance, gut morphology, cecal short-chain fatty acid levels, and microbiota community in broilers. *Poultry Science*, 101(8), 101970. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101970>
- Charlet, R., Le Danvic, C., Sendid, B., Nagnan-Le Meillour, P., & Jawhara, S. (2022). Oleic Acid and Palmitic Acid from *Bacteroides thetaiotaomicron* and *Lactobacillus johnsonii* Exhibit Anti-Inflammatory and Antifungal Properties. *Microorganisms*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091803>
- Chen, X., Zeng, D., Zeng, X., & Zeng, Q. (2024). Effects of Complex Antioxidants Added to Chicken Diet on Growth Performance, Serum Biochemical Indices, Meat Quality, and Antioxidant Capacity. *Animals*, 14(3), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ani14030360>
- Chinivasagam, H. N., Estella, W., Rodrigues, H., Mayer, D. G., Tran, T., Onysk, A., Weyand, C., Diallo, I., & Billington, C. (2022). Re-used or New Bedding Are Not Drivers of Salmonella Levels and Serovar Emergence in Commercially Farmed Broilers in Australia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(February), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.816181>
- Choi, J., Kong, B., Bowker, B. C., Zhuang, H., & Kim, W. K. (2023). Nutritional Strategies to Improve Meat Quality and Composition in the Challenging Conditions of Broiler Production: A Review. *Animals*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/ani13081386>
- Contini, J., Schmidt, J., Gonçalves, D., Baldo, J., Fernandes, J. I. M., & Torrent, J. (2020). Supplementation of antibiotic growth promoters versus supplementation of functional oils in broiler breeders: Performance and offspring effects. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(4), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1235>
- Costa, T. F., Gouveia, A. B. V. S., Nunes, F. C., Sampaio, S. A., Silva, N. G. D. da, Abreu, J. M. de, Júnior, E. M. de A., Costa, K. O., Feitosa, T. J. de O., Paulo, L. M. de, Souza, C. S., Minafra-Rezende, C. S., Santos, F. R. dos, & Minafra, C. S. (2020). Aditivos fitogênicos: óleos essenciais para frangos de corte - revisão. *Research, Society and Development*, 9(3), e14932325. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2325>
- Cruvinel, J. M., Groff Urayama, P. M., Oura, C. Y., de Lima Krenchinski, F. K., dos Santos, T. S., de Souza, B. A., Kadri, S. M., Correa, C. R., Sartori, J. R., & Pezzato, A. C. (2023). Pequi Oil (*Caryocar brasiliense* Camb.) Attenuates the Adverse Effects of Cyclical Heat Stress and Modulates the Oxidative Stress-Related Genes in Broiler Chickens. *Animals*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/ani13121896>
- Cruz, M. B., Oliveira, W. da S., Araújo, R. L., Honório França, A. C., & Pertuzatti, P. B. (2020). Buriti (*Mauritia Flexuosa* L.) pulp oil as an immunomodulator against enteropathogenic *Escherichia coli*. *Industrial Crops and Products*, 149(February), 112330. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112330>

- Cunha, M. A. E., Neves, R. F., Souza, J. N. S., França, L. F., Araújo, M. E., Brunner, G., & MacHado, N. T. (2012). Supercritical adsorption of buriti oil (*Mauritia flexuosa* Mart.) in γ -alumina: A methodology for the enriching of anti-oxidants. *Journal of Supercritical Fluids*, 66, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2011.10.021>
- da Rosa, G., Alba, D. F., Silva, A. D., Gris, A., Mendes, R. E., Mostardeiro, V. B., Lopes, T. F., Schetinger, M. R. C., Stefani, L. M., Lopes, M. T., Boiago, M. M., & da Silva, A. S. (2020). Impact of *Escherichia coli* infection in broiler breeder chicks: The effect of oxidative stress on weight gain. *Microbial Pathogenesis*, 139, 103861. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103861>
- da Silva, B. S. F., Ferreira, N. R., Chisté, R. C., & Alves, C. N. (2024). Determination of Bioactive Compounds in Buriti Oil by Prediction Models Through Mid-infrared Spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 1359–1372. <https://doi.org/10.1007/s12161-024-02658-x>
- Dai, D., Qi, G., Wang, J., Zhang, H., Qiu, K., Han, Y., Wu, Y., & Wu, S. (2022). Dietary organic acids ameliorate high stocking density stress-induced intestinal inflammation through the restoration of intestinal microbiota in broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00776-2>
- de Castilho Heiss, V. A. R., Burbarelli, M. F. de C., Przybulinski, B. B., Garcia, L. C., Vieira, J. R. R. F., Garcia, R. G., Caldara, F. R., Santin, E., Cardoso, C. A. L., & Komiyama, C. M. (2025). Polyphenol blend enhances zootechnical performance, improves meat quality, and reduces the severity of wooden breast in broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 12(April), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1584897>
- de Santos Moraes, N., Passos, T. S., Ramos, G. R., Ferreira, V. A. F., Moreira, S. M. G., Filho, G. P. C., Barreto, A. P. G., Leite, P. I. P., de Almeida, R. S., Paulo, C. L. R., Fernandes, R., da Silva, S. A. D., da Cruz Nascimento, S. S., de Sousa Júnior, F. C., & de Assis, C. F. (2022). Nanoencapsulation of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.f.) in porcine gelatin enhances the antioxidant potential and improves the effect on the antibiotic activity modulation. *PLoS ONE*, 17(3 March), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265649>
- Degruttola, A. K., Low, D., Mizoguchi, A., & Mizoguchi, E. (2016). Current understanding of dysbiosis in disease in human and animal models. *Inflammatory Bowel Diseases*, 22(5), 1137–1150. <https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000750>
- Deng, C., Zou, H., Wu, Y., Lou, A., Liu, Y., Luo, J., Quan, W., & Shen, Q. (2024). Dietary supplementation with quercetin: an ideal approach for improving meat quality and oxidative stability of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(8), 103789. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103789>
- do Nascimento Silva, N. R. R., Cavalcante, R. B. M., & da Silva, F. A. (2023). Nutritional properties of Buriti (*Mauritia flexuosa*) and health benefits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 117(September 2022), 0–3. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105092>
- Dong, Y., Lei, J., & Zhang, B. (2020a). Effects of dietary quercetin on the antioxidative status and cecal microbiota in broiler chickens fed with oxidized oil. *Poultry Science*, 99(10), 4892–4903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.028>
- Dong, Y., Lei, J., & Zhang, B. (2020b). Effects of dietary quercetin on the antioxidative status and cecal microbiota in broiler chickens fed with oxidized oil. *Poultry Science*, 99(10), 4892–4903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.028>
- Dourado, L. R. B., Brauna, A. S. A., Bezerra, R. M., Sousa, I. S., Carvalho, F. L. A., Silva, G. G., Moura, F. A. S., Sousa, S. C., Santos, R. A., Silva, S. C., Silva, L. S., Gonçalves, L. M. F., & Miranda, R. S. (2025). Buriti Oil (*Mauritia flexuosa* L.) as Functional Feed for Broiler Chickens. *Poultry*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/poultry4010006>

- Duarte, F. D., & Teixeira, J. L. (2010). *Desempenho , Rendimento E Composição Da Carcaça*. 439–444.
- Echegaray, N., Pateiro, M., Munekeata, P. E. S., Lorenzo, J. M., Chabani, Z., Farag, M. A., & Domínguez, R. (2021). Measurement of antioxidant capacity of meat and meat products: Methods and applications. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 13, p. 3880). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/molecules26133880>
- Ekunseitan, D. A., Harrison, S. H., & Ogunade, I. M. (2025). *Influence of Different Litter Regimens on Ceca Microbiota Profiles in Salmonella -Challenged Broiler Chicks*. 1–20.
- Elbaz, A. M., Zaki, E. F., Salama, A. A., Badri, F. B., & Thabet, H. A. (2023). Assessing different oil sources efficacy in reducing environmental heat-stress effects via improving performance, digestive enzymes, antioxidant status, and meat quality. *Scientific Reports*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47356-6>
- Elewa, M. S., Abou-Kassem, D. E., El-Hindawy, M. M., Madkour, M., Elsharkawy, M. S., Afifi, M., & Alagawany, M. (2023). Effect of coconut oil on growth performance, carcass criteria, liver and kidney functions, antioxidants and immunity, and lipid profile of broilers. *Scientific Reports*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41018-3>
- Elvira-Torales, L. I., García-Alonso, J., & Periago-Castón, M. J. (2019). Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review. In *Antioxidants* (Vol. 8, Issue 7, p. 229). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox8070229>
- Erica Dos Santos Carvalho De Oliveira. (2025). *Qualidade e perfil oxidativo de carne de frangos submetidos a dietas contendo óleo de buriti como ingrediente funcional* [Universidade Federal do Piauí]. https://sigaa.ufpi.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=pt_BR&id=1097¬icia=567818090
- Erinle, T. J., Boulianne, M., Miar, Y., Scales, R., & Adewole, D. (2023). Red osier dogwood and its use in animal nutrition: A review. In *Animal Nutrition* (Vol. 13, pp. 64–77). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.11.001>
- Estévez, M. (2015). Oxidative damage to poultry: From farm to fork. *Poultry Science*, 94(6), 1368–1378. <https://doi.org/10.3382/ps/pev094>
- Estévez, M., & Xiong, Y. L. (2021). Protein oxidation in foods: Mechanisms, consequences, and antioxidant solutions. In *Foods* (Vol. 10, Issue 10, p. 2346). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/foods10102346>
- Fancher, C. A., Zhang, L., Kiess, A. S., Adhikari, P. A., Dinh, T. T. N., & Sukumaran, A. T. (2020). Avian pathogenic Escherichia coli and clostridium perfringens: Challenges in no antibiotics ever broiler production and potential solutions. *Microorganisms*, 8(10), 1–27. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8101533>
- FAO. (2018). FAO no Brasil. *Brasil Em Resumo*, 2021. <http://www.fao.org/brasil/fao-no-brasil/brasil-em-resumo/pt/>
- Faradilla, Z. S., Yunus, M., & Hermadi, H. A. (2020). The Effect of Dietary Administration of Virgin Coconut oil on Differential Leukocytes in Infected Chicken with Eimeria tenella. *Journal of World's Poultry Research*, 10(4), 615–622. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2020.70>
- Faria, P. B., de Faria, R. A. P. G., Mesquita, J. de A., Oliveira, T. T. da S., Dos Santos, J. G. da S., Gaspar, M. R. G. R. D. C., Vieira, V. de A., Rodrigues, E. C., & Nascimento, E. (2020). Fatty acid profile and physicochemical characterization of buriti oil during storage. In *Ciencia Rural* (Vol. 50, Issue 11, pp. 1–11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190997>
- Farouk, M. M., Al-Mazeedi, H. M., Sabow, A. B., Bekhit, A. E. D., Adeyemi, K. D., Sazili, A. Q., & Ghani, A. (2014). Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science*, 98(3), 505–519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>

- Fasina, Y. O., Holt, P. S., Moran, E. T., Moore, R. W., Conner, D. E., & McKee, S. R. (2008). Intestinal cytokine response of commercial source broiler chicks to *Salmonella typhimurium* infection. *Poultry Science*, 87(7), 1335–1346. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00526>
- Fereidoon, S., & Ying, Z. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067–4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Ferket, P. R., Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B., Ayoola, A. A., Barasch, I., Toomer, O. T., & Torrent, J. (2020). Effects of functional oils on the growth, carcass and meat characteristics, and intestinal morphology of commercial turkey toms. *Poultry Science*, 99(7), 3752–3760. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.050>
- Fernandes, B., Oliveira, M. C., Marques, A. C., dos Santos, R. G., & Serrano, C. (2024). Microencapsulation of Essential Oils and Oleoresins: Applications in Food Products. In *Foods* (Vol. 13, Issue 23, p. 3873). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/foods13233873>
- Fernandes, I. L. B., Gouveia, A. B. V. S., Gouveia, A. B. V. S., Melo, A. M. B., Morais, A. M. V. B., Souza, C. S., Sampaio, S. A., Santos, F. R. dos, & Minafra, C. S. (2023). Linseed oil and coconut oil in broiler feed. *International Seven Journal of Multidisciplinary*, 2(1), 113–124. <https://doi.org/10.56238/isevmjv2n1-007>
- Fernandez, L., & Prates, J. A. M. (2025). Nutritional Value and Health Implications of Meat from Monogastric Animals Exposed to Heat Stress. *Nutrients* 2025, Vol. 17, Page 1390, 17(8), 1–25. <https://doi.org/10.3390/NU17081390>
- Fornós, M., Verdú, M., Soldevila, X., Farré, G., Sales, R., & Rafael, J. (2022). O152 The effect of a phytogenic feed additive on performance and nutrient retention of young broiler chickens. *Animal - Science Proceedings*, 13(3), 431–432. <https://doi.org/10.1016/J.ANSCIP.2022.07.162>
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), 26–45. <https://doi.org/10.1017/S1466252316000207>
- Gehart, H., & Clevers, H. (2019). Tales from the crypt: new insights into intestinal stem cells. In *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology* (Vol. 16, Issue 1, pp. 19–34). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0081-y>
- Genovese, M. I., Da Silva Pinto, M., De Souza Schmidt Gonçalves, A. E., & Lajolo, F. M. (2008). Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. *Food Science and Technology International*, 14(3), 207–214. <https://doi.org/10.1177/1082013208092151>
- Gomes, B., Pena, P., Cervantes, R., Dias, M., & Viegas, C. (2022). Microbial Contamination of Bedding Material: One Health in Poultry Production. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 24, p. 16508). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416508>
- Gonzalez-Rivas, P. A., Chauhan, S. S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F. R., & Warner, R. D. (2020). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162(October 2019), 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Green, L. C., Wagner, D. A., Glogowski, J., Skipper, P. L., Wishnok, J. S., & Tannenbaum, S. R. (1982). Analysis of nitrate, nitrite, and [15N]nitrate in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, 126(1), 131–138. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(82\)90118-X](https://doi.org/10.1016/0003-2697(82)90118-X)
- Guimarães, M. G., Evaristo, R. B. W., de Mendonça Brasil, A. C., & Ghesti, G. F. (2021). Green energy technology from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) for Brazilian agro-extractive communities. *SN Applied Sciences*, 3(3), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04278-0>

- Gunnnett, C. A., Lund, D. D., McDowell, A. K., Faraci, F. M., & Heistad, D. D. (2005). Mechanisms of inducible nitric oxide synthase-mediated vascular dysfunction. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 25(8), 1617–1622. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000172626.00296.ba>
- Guo, F., Geng, Y., Abbas, W., Zhen, W., Wang, S., Huang, Y., Guo, Y., Ma, Q., & Wang, Z. (2022). Vitamin D3 Nutritional Status Affects Gut Health of Salmonella-Challenged Laying Hens. *Frontiers in Nutrition*, 9, 888580. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.888580>
- Gupta, S. C., Sundaram, C., Reuter, S., & Aggarwal, B. B. (2010). Inhibiting NF- κ B activation by small molecules as a therapeutic strategy. In *Biochimica et Biophysica Acta - Gene Regulatory Mechanisms* (Vol. 1799, Issues 10–12, pp. 775–787). <https://doi.org/10.1016/j.bbagr.2010.05.004>
- Haq, Z., Ahmad, S. M., Bashir, I., Dar, M. A., Saleem, A., Khan, A. A., Yattoo, M. I., Mir, S., Rastogi, A., Hussain, M. I., Shah, R. A., & Bhat, B. (2022). Pathogenesis-Related Gene Expression in Response to *Trachyspermum ammi* Supplementation Along With Probiotics in Chicken Salmonellosis and Insights in Drug Therapeutics. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 866614. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.866614>
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Metabolism and nutrition: Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), 2059–2069. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02685>
- Hassanein, E. S. I., Metwally, A. E., Elbaky, H. E. M. A., & Eldin, W. F. S. (2024). The Impact of Dietary Linseed Oil Supplementation on the Performance of Broiler Chicks. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 12(Specialissue1), 447–457. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.s1.447.457>
- Hassanpour, S. H., & Doroudi, A. (2023). Review of the antioxidant potential of flavonoids as a subgroup of polyphenols and partial substitute for synthetic antioxidants. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 13(4), 354–376. <https://doi.org/10.22038/AJP.2023.21774>
- He, H., Farnell, M. B., & Kogut, M. H. (2003). Inflammatory agonist stimulation and signal pathway of oxidative burst in neonatal chicken heterophils. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 135(1), 177–184. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(03\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(03)00049-7)
- He, P., Lei, Y., Zhang, K., Zhang, R., Bai, Y., Li, Z., Jia, L., Shi, J., Cheng, Q., Ma, Y., Zhang, X., Liu, L., & Lei, Z. (2023a). Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. *Meat Science*, 205, 109317. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2023.109317>
- He, P., Lei, Y., Zhang, K., Zhang, R., Bai, Y., Li, Z., Jia, L., Shi, J., Cheng, Q., Ma, Y., Zhang, X., Liu, L., & Lei, Z. (2023b). Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. *Meat Science*, 205(March), 109317. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109317>
- Hedman, H. D., Vasco, K. A., & Zhang, L. (2020). *A Review of Antimicrobial Resistance in Poultry Farming within Low-Resource Settings*.
- Heydariyan, M., Ebrahimnezhad, Y., Meimandipour, A., Hosseini, S. A., & Banabazi, M. H. (2020). Effects of dietary inclusion of the encapsulated thyme and oregano essential oils mixture and probiotic on growth performance, immune response and intestinal morphology of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 8(1), 17–25. <https://doi.org/10.22069/psj.2020.17101.1497>
- Homyok, P., Sonsamrong, W., Chainet, N., Khosinklang, W., Kamkaew, A., Yata, T., Baéza, E., Berri, C., Molee, A., & Molee, W. (2025). Optimizing n-3 PUFA dietary enrichment

- in slow-growing Korat chickens using lipid-based nanoparticles: Effects on growth performance, carcass traits, meat quality, meat fatty acid composition, and blood biochemical parameters. *Poultry Science*, 104(4), 104982.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104982>
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447–457. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5)
- Horky, P., Skalickova, S., Smerkova, K., & Skladanka, J. (2019). Essential oils as a feed additives: Pharmacokinetics and potential toxicity in monogastric animals. In *Animals* (Vol. 9, Issue 6, p. 352). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani9060352>
- Hrncir, T. (2022). Gut Microbiota Dysbiosis: Triggers, Consequences, Diagnostic and Therapeutic Options. In *Microorganisms* (Vol. 10, Issue 3, p. 578). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10030578>
- Ijaz, A., Veldhuizen, E. J. A., Broere, F., Rutten, V. P. M. G., & Jansen, C. A. (2021). The interplay between salmonella and intestinal innate immune cells in chickens. *Pathogens*, 10(11), 1–20. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111512>
- Imam, M. U., Zhang, S., Ma, J., Wang, H., & Wang, F. (2017). Antioxidants mediate both iron homeostasis and oxidative stress. *Nutrients*, 9(7), 1–19.
<https://doi.org/10.3390/nu9070671>
- Iqbal, H., Rahman, A., Khanum, S., Arshad, M., Badar, I. H., Asif, A. R., Hayat, Z., & Iqbal, M. A. (2021). Effect of essential oil and organic acid on performance, gut health, bacterial count and serological parameters in broiler. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 23(3), eRBCA-2021-1443. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1443>
- Jazi, V., Farahi, M., Khajali, F., Abousaad, S., Ferket, P., & Assadi Soumeh, E. (2020). Effect of dietary supplementation of whey powder and *Bacillus subtilis* on growth performance, gut and hepatic function, and muscle antioxidant capacity of Japanese quail. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(3), 886–897.
<https://doi.org/10.1111/jpn.13323>
- Jiang, J., & Xiong, Y. L. (2016). Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science*, 120, 107–117.
<https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2016.04.005>
- Jing, J., Zeng, H., Shao, Q., Tang, J., Wang, L., Jia, G., Liu, G., Chen, X., Tian, G., Cai, J., Kang, B., Che, L., & Zhao, H. (2023). Selenomethionine alleviates environmental heat stress induced hepatic lipid accumulation and glycogen infiltration of broilers via maintaining mitochondrial and endoplasmic reticulum homeostasis. *Redox Biology*, 67(September), 102912. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2023.102912>
- Jomova, K., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., & Valko, M. (2024). Several lines of antioxidant defense against oxidative stress: antioxidant enzymes, nanomaterials with multiple enzyme-mimicking activities, and low-molecular-weight antioxidants. In *Archives of Toxicology* (Vol. 98, Issue 5). Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/s00204-024-03696-4>
- Junqueira, L. C. U., & Junqueira, L. M. (1983). *Técnicas Básicas de Citologia e Histologia: Vol. I* (Editora Santos (ed.); 1ª edição).
- Kadariya, J., Smith, T. C., & Thapaliya, D. (2014). Staphylococcus aureus and Staphylococcal Food-Borne Disease: An Ongoing Challenge in Public Health. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/827965>
- Kalia, V. C., Shim, W. Y., Patel, S. K. S., Gong, C., & Lee, J. K. (2022). Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: Opportunities and challenges. *Science of the Total Environment*, 834, 155300.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300>
- Karadas, F., Erdoğan, S., Kor, D., Oto, G., & Uluman, M. (2016). The effects of different

- types of antioxidants (Se, vitamin E and carotenoids) in broiler diets on the growth performance, skin pigmentation and liver and plasma antioxidant concentrations. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(1), 101–115. <https://doi.org/10.1590/18069061-2015-0155>
- Katsanidis, E., & Zampouni, K. (2023). Development of a Novel Steam Distillation TBA Test for the Determination of Lipid Oxidation in Meat Products. *Foods*, 12(2), 359. <https://doi.org/10.3390/foods12020359>
- Kaulmann, A., & Bohn, T. (2014). Carotenoids, inflammation, and oxidative stress-implications of cellular signaling pathways and relation to chronic disease prevention. In *Nutrition Research* (Vol. 34, Issue 11, pp. 907–929). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2014.07.010>
- Khan, I., Nawaz, M., Anjum, A. A., Ahmad, M. ud D., Mehmood, A., Rabbani, M., Mustafa, A., & Ali, M. A. (2020). Effect of indigenous probiotics on gut morphology and intestinal absorption capacity in broiler chicken challenged with *Salmonella enteritidis*. *Pakistan Journal of Zoology*, 52(5), 1825–1831. <https://doi.org/10.17582/JOURNAL.PJZ/20190518090547>
- Khan, M. T., Rehman, M. F., Arslan, M., Javaid, A., Farooq, U., Asad, T., Nisa, Q., Azhar, M., Bughio, E., Liaqat, S., Aslam, S., Ali, F., Ali, H., Wadood, F., Gondal, M. A., Rauf, M., Fouad, D., Ataya, F. S., Safdar, M., ... Kumar, M. (2024). Effect of Blend of Essential Oils on Growth Performance, Carcass Characteristics, Meat Quality, Intestinal Morphology, Serum Biochemistry, and Immune Response of Broiler Chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 26(1), eRBCA-2023-1853. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2023-1853>
- Khattak, F., Ronchi, A., Castelli, P., & Sparks, N. (2014). Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 93(1), 132–137. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03387>
- Khoramjoo, S. M., Kazemifard, N., Baradaran Ghavami, S., Farmani, M., Shahrokh, S., Asadzadeh Aghdaei, H., Sherkat, G., & Zali, M. R. (2022). Overview of Three Proliferation Pathways (Wnt, Notch, and Hippo) in Intestine and Immune System and Their Role in Inflammatory Bowel Diseases (IBDs). In *Frontiers in Medicine* (Vol. 9, p. 865131). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.865131>
- Kim, S. S., Lee, Y. E., Kim, C. H., Min, J. S., Yim, D. G., & Jo, C. (2022). Determining the Optimal Cooking Time for Cooking Loss, Shear Force, and Off-Odor Reduction of Pork Large Intestines. *Food Science of Animal Resources*, 42(2), 332–340. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e6>
- Kogut, M. H., Byrd, J. A., Genovese, K., Swaggerty, C. L., & Lyte, M. (2025). Effect of diet-induced low-grade, chronic inflammation on susceptibility of broilers to *Salmonella* colonization and pathogenicity. *Poultry Science*, 104(8), 105303. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105303>
- Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., Gozzo, F. C., de Souza, A. Q. L., & de Souza, A. D. L. (2013). Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, 51(2), 467–473. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>
- Kouvedaki, I., Pappas, A. C., Surai, P. F., & Zoidis, E. (2024). Nutrigenomics of Natural Antioxidants in Broilers. *Antioxidants*, 13(3), 1–26. <https://doi.org/10.3390/antiox13030270>
- Kromann, S., & Jensen, H. E. (2022). In vivo models of *Escherichia coli* infection in poultry. In *Acta Veterinaria Scandinavica* (Vol. 64, Issue 1, pp. 1–16). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00652-z>

- Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, 3(2), 356–369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
- Latief, U., Husain, H., & Ahmad, R. (2018). β -Carotene supplementation ameliorates experimental liver fibrogenesis via restoring antioxidant status and hepatic stellate cells activity. *Journal of Functional Foods*, 49, 168–180. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2018.08.027>
- Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R. U., & Tufarelli, V. (2012). Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry Science*, 91(1), 265–270. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01675>
- Leão, K. M. M., Reis, L. V. C., Speranza, P., Rodrigues, A. P., Ribeiro, A. P. B., Macedo, J. A., & Macedo, G. A. (2019). Physicochemical characterization and antimicrobial activity in novel systems containing buriti oil and structured lipids nanoemulsions. *Biotechnology Reports*, 24, e00365. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00365>
- Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R., & Beynen, A. C. (2003). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), 450–457. <https://doi.org/10.1080/0007166031000085508>
- Lee, S. K., Chon, J. W., Yun, Y. K., Lee, J. C., Jo, C., Song, K. Y., Kim, D. H., Bae, D., Kim, H., Moon, J. S., & Seo, K. H. (2022). Properties of broiler breast meat with pale color and a new approach for evaluating meat freshness in poultry processing plants. *Poultry Science*, 101(3), 101627. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101627>
- Lei, Z., Zhang, K., Li, C., Wu, J., Davis, D., Casper, D., Jiang, H., Jiao, T., Wang, X., & Wang, J. (2018). Dietary supplementation with Essential-oils-cobalt for improving growth performance, meat quality and skin cell capacity of goats. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29897-3>
- Leite, B. G. de S., Granghelli, C. A., Roque, F. de A., Carvalho, R. S. B., Lopes, M. H. S., Pelissari, P. H., Dias, M. T., Araújo, C. S. da S., & Araújo, L. F. (2024). Evaluation of dietary lignin on broiler performance, nutrient digestibility, cholesterol and triglycerides concentrations, gut morphometry, and lipid oxidation. *Poultry Science*, 103(4). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103518>
- Li, L., Sun, X., Zhao, D., & Dai, H. (2021). Pharmacological Applications and Action Mechanisms of Phytochemicals as Alternatives to Antibiotics in Pig Production. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 12, Issue December, pp. 1–18). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.798553>
- Li, P., Liu, C., Niu, J., Zhang, Y., Li, C., Zhang, Z., Guo, S., & Ding, B. (2022). Effects of Dietary Supplementation with Vitamin A on Antioxidant and Intestinal Barrier Function of Broilers Co-Infected with *Coccidia* and *Clostridium perfringens*. *Animals* 2022, Vol. 12, Page 3431, 12(23), 3431. <https://doi.org/10.3390/ANI12233431>
- Li, Y., Wang, K., & Li, C. (2024). Oxidative Stress in Poultry and the Therapeutic Role of Herbal Medicine in Intestinal Health. In *Antioxidants* (Vol. 13, Issue 11, p. 1375). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox13111375>
- Lipiński, K., Vuorenmaa, J., Mazur-kuśnirek, M., Sartowska-zygowska, K., & Kettunen, H. (2021). Dietary resin acid concentrate improved performance of broiler chickens and litter quality in three experiments. *Animals*, 11(11), 3045. <https://doi.org/10.3390/ani11113045>
- Loetscher, Y., Kreuzer, M., & Messikommer, R. E. (2013). Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace, and entire nettle, and effects on performance and meat quality. *Poultry Science*, 92(11), 2938–2948. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03258>

- Lu, J., Sanchez, S., Hofacre, C., Maurer, J. J., Harmon, B. G., & Lee, M. D. (2003). Evaluation of broiler litter with reference to the microbial composition as assessed by using 16S rRNA and functional gene markers. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(2), 901–908. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.2.901-908.2003>
- Luengas, J. A. P. (2011). *Suplementação de probióticos em dietas de frangos de corte: desempenho e digestibilidade da proteína*.
- Macambira, G. M., Rabello, C. B. V., Navarro, M. I. V., da Costa Lopes, C., Lopes, E. C., do Nascimento, G. R., de Holanda Oliveira, H. S., & da Silva, J. de C. R. (2022). Effects of Moringa oleifera leaf meal on performance and carcass yield of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51. <https://doi.org/10.37496/RBZ5120210203>
- 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(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00565-3>
- Marcelino, G., Hiane, P. A., Pott, A., Fernando, W., Fili, D. O., Caires, A. R. L., Michels, F. S., Mar, R., Santos, N. M. S., Negr, J., Tatara, M. B., Faria, B. B. De, & Asato, M. A. (2022). *Effect of Its Supplementation in an In Vivo Experimental Model*. 1–22.
- Martins, L. S. (2017). *Óleo De Buriti Em Dietas Para Frangos De Corte: Desempenho E Características Da Carne*. 53.
- Martysiak-Zurowska, D., & Wenta, W. (2012). A comparison of abts and dpsh methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 11(1), 83–89.
- Mazur-Kuśnerek, M., Antoszkiewicz, Z., Lipiński, K., Kaliniewicz, J., Kotlarczyk, S., & Żukowski, P. (2019). The effect of polyphenols and vitamin E on the antioxidant status and meat quality of broiler chickens exposed to high temperature. *Archives of Animal Nutrition*, 73(2), 111–126. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2019.1572342>
- Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M. P., Gaucher, M., Lou, Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S. K., Côté, C., Ramirez, A. A., & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal Nutrition*, 4(2), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
- Miazek, K., Beton, K., Śliwińska, A., & Brożek-Pluska, B. (2022). The Effect of β -Carotene, Tocopherols and Ascorbic Acid as Anti-Oxidant Molecules on Human and Animal In Vitro/In Vivo Studies: A Review of Research Design and Analytical Techniques Used. In *Biomolecules* (Vol. 12, Issue 8, p. 1087). MDPI. <https://doi.org/10.3390/biom12081087>
- Mishra, B., & Jha, R. (2019). Oxidative stress in the poultry gut: Potential challenges and interventions. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(MAR), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00060>
- Montagne, L., Pluske, J. R., & Hampson, D. J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1–4), 95–117. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9)
- Monteiro, C. R. M., dos Santos, A. R., Vieira da Silva, M., Rudke, A. R., de Melo Rodrigues, I., Rigobello, E. S., & Perdoncini, M. R. F. G. (2019). Evaluation of the Antimicrobial Activity of Buriti (*Mauritia Flexuosa*) Pulp Extracts. *The Open Food Science Journal*, 11(1), 89–94. <https://doi.org/10.2174/1874256401911010089>
- Moraes, P. de O., da Silva Pires, P. G., Benetti Filho, V., Lima, A. L. F., Kindlein, L., Taschetto, D., Favero, A., & Wagner, G. (2023). Intestinal health of broilers challenged with *Eimeria* spp. using functional oil blends in two physical forms with or without anticoccidials. *Scientific Reports*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41743-9>

- Mountzouris, K. C., Paraskeuas, V. V., & Fegeros, K. (2020). Priming of intestinal cytoprotective genes and antioxidant capacity by dietary phytogetic inclusion in broilers. *Animal Nutrition*, 6(3), 305–312. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.04.003>
- Mukhametov, A., Yerbulekova, M., Aitkhozhayeva, G., Tuyakova, G., & Dautkanova, D. (2022). Effects of ω -3 fatty acids and ratio of ω -3/ ω -6 for health promotion and diseaseprevention. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, e58321. <https://doi.org/10.1590/fst.58321>
- Murakami, A. E., Eyng, C., & Torrent, J. (2014). Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 981–989. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13449>
- Myers, A. G., & Rochell, S. J. (2024). Effects of Starter Diet Energy Concentration on Nutrient Digestibility and Subsequent Growth Performance and Meat Yields of Broilers under Two Coccidiosis Control Programs. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 14(11), 1524. <https://doi.org/10.3390/ANI14111524>
- Nacak, B., Dikici, A., Yel, N., Zaimoğulları, K., İpek, G., & Özer, M. (2023). Effect of α -Tocopherol, Storage Temperature and Storage Time on Quality Characteristics and Oxidative Stability of Chicken Kavurma, traditional Turkish cooked meat product. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(2), 5627–5636. <https://doi.org/10.12681/jhvms.29331>
- Nanto-Hara, F., Kikusato, M., Ohwada, S., & Toyomizu, M. (2020). Heat stress directly affects intestinal integrity in broiler chickens. In *Journal of Poultry Science* (Vol. 57, Issue 4, pp. 284–290). Japan Poultry Science Association. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0190004>
- Nhara, R. B., Marume, U., & Nantapo, C. W. T. (2024). Potential of Organic Acids, Essential Oils and Their Blends in Pig Diets as Alternatives to Antibiotic Growth Promoters. In *Animals* (Vol. 14, Issue 5, p. 762). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani14050762>
- Noletto, R. A., Leandro, N. S. M., Mello, H. H. de C., da Conceição, E. C., de Araújo, I. C. S., de Oliveira, E. M., da Paz, P. H. S., & Barbosa, A. F. C. (2018). Supplementation of copaiba or sucupira oils in broiler diets. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 19(1), 83–92. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402018000100008>
- Obianwuna, U. E., Chang, X., Oleforuh-Okoleh, V. U., Onu, P. N., Zhang, H., Qiu, K., & Wu, S. (2024). Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. In *Journal of Animal Science and Biotechnology* (Vol. 15, Issue 1, pp. 1–33). BioMed Central. <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01101-9>
- Obiebe, T., Odey, J., Omotola, W., Kayode, T., Afolabi, O., Jahid, I. K., & Reuben, R. C. (2024). Antimicrobial use and resistance in food animal production : food safety and associated concerns in Sub - Saharan Africa. *International Microbiology*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10123-023-00462-x>
- Oke, O. E., Akosile, O. A., Oni, A. I., Opowoye, I. O., Ishola, C. A., Adebisi, J. O., Odeyemi, A. J., Adjei-Mensah, B., Uyanga, V. A., & Abioja, M. O. (2024). Oxidative stress in poultry production. In *Poultry Science* (Vol. 103, Issue 9, p. 104003). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104003>
- Oliveira, R. M. M., Pereira, F. T., Pereira, E. C., & Mendonça, C. J. S. (2020). Buriti oil: Nutritional quality index and antioxidant and antidiabetic effect. *Revista Virtual de Química*, 12(1), 2–12. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20200002>
- Paul, S. S., Venkata, S., Rao, R., Hegde, N., Venkata, M., Narasimha, L., & Reddy, G. N. (2022). Effects of Dietary Antimicrobial Growth Promoters on Performance Parameters and Abundance and Diversity of Broiler Chicken Gut Microbiome and Selection of

- Antibiotic Resistance Genes*. 13(June), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.905050>
- Pelosi, M. S., Leite, I., Passos, L., Ferreira, C., Sabaa-Srur, A. U. O., & Fialho, E. (2020). Avaliação físico-química e capacidade antioxidante do extrato de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e atividade antitumoral em linhagem celular de câncer de mama MDA-MB-231. *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 17493–17515. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-064>
- Peng, H.-C., Chen, Y.-L., Yang, S.-Y., Ho, P.-Y., Yang, S.-S., Hu, J.-T., & Yang, S.-C. (2013). The antiapoptotic effects of different doses of β -carotene in chronic ethanol-fed rats. *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*, 2(3), 132–141. <https://doi.org/10.3978/J.ISSN.2304-3881.2013.06.08>
- Pereira, A., Sidjabat, H. E., Davis, S., Vong da Silva, P. G., Alves, A., Dos Santos, C., Jong, J. B. da C., da Conceição, F., Felipe, N. de J., Ximenes, A., Nunes, J., Fária, I. do R., Lopes, I., Barnes, T. S., McKenzie, J., Oakley, T., Francis, J. R., Yan, J., & Ting, S. (2024). Prevalence of Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli* and *Salmonella* Species Isolates from Chickens in Live Bird Markets and Boot Swabs from Layer Farms in Timor-Leste. *Antibiotics*, 13(2), 120. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13020120>
- Pereira, Y. F., Costa, M. D. S., Tintino, S. R., Rocha, J. E., Rodrigues, F. F. G., Feitosa, M. K. de S. B., de Menezes, I. R. A., Coutinho, H. D. M., da Costa, J. G. M., & de Sousa, E. O. (2018). Modulation of the antibiotic activity by the *Mauritia flexuosa* (Buriti) fixed oil against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and other multidrug-resistant (MDR) bacterial strains. *Pathogens*, 7(4), 1–8. <https://doi.org/10.3390/pathogens7040098>
- Pérez-Rosés, R., Risco, E., Vila, R., Peñalver, P., & Cañigueral, S. (2015). Effect of some essential oils on phagocytosis and complement system activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(5), 1496–1504. <https://doi.org/10.1021/jf504761m>
- Perić, L., Žikić, D., Stojčić, M. Đ., Tomović, V., Leskovec, J., Levart, A., Salobir, J., Kanački, Z., & Rezar, V. (2022). Effect of Chestnut Tannins and Vitamin E Supplementation to Linseed Oil-Enriched Diets on Growth Performance, Meat Quality, and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Agriculture (Switzerland)*, 12(11), 1772. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111772>
- Perin, G. R., Eyng, C., Nunes, R. V., Duarte, C. R. A., Kaufmann, C., Tesser, G. L. S., Rohloff Júnior, N., & Savaris, V. D. L. (2023). Effect of bocaiuva pulp oil supplementation of broiler chicken diets on growth performance and quality and oxidative stability of meat. *Livestock Science*, 275(February), 105300. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105300>
- Petracci, M., Soglia, F., Madruga, M., Carvalho, L., Ida, E., & Estévez, M. (2019). Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 565–583. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431>
- Phillips, C. J. C., Hosseintabar-Ghasemabad, B., Gorlov, I. F., Slozhenkina, M. I., Mosolov, A. A., & Seidavi, A. (2023). Immunomodulatory Effects of Natural Feed Additives for Meat Chickens. In *Life* (Vol. 13, Issue 6, p. 1287). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/life13061287>
- Pietruk, K., Karamon, J., Jedziniak, P., Tokarzewski, S., & Olejnik, M. (2025). Influence of *Eimeria* spp. and *Clostridium perfringens* Infection on Growth Performance and Toltrazuril Residues in Chickens. *Animals*, 15(2), 216. <https://doi.org/10.3390/ani15020216>
- Pinto, M. F., Lima, V. M. F., Ribeiro, S. C., Bossolani, I. L. C., Ponsano, E. H. G., & Garcia-Neto, M. (2014). Fontes de óleo na dieta e sua influência no desempenho e na imunidade

- de frangos de corte. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 34(5), 409–414.
<https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000500004>
- Piranavatharsan, U., Jinadasa, B. K. K., & Jayasinghe, C. V. L. (2023). Validation of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) method for measuring secondary lipid oxidation products in fresh Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Food and Humanity*, 1, 1194–1199. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.09.009>
- Pirgozliev, V., Mansbridge, S. C., Rose, S. P., Mackenzie, A. M., Beccaccia, A., Karadas, F., Ivanova, S. G., Staykova, G. P., Oluwatosin, O. O., & Bravo, D. (2019). Dietary essential oils improve feed efficiency and hepatic antioxidant content of broiler chickens. *Animal*, 13(3), 502–508. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001520>
- Prasath, K. G., Alexpandi, R., Parasuraman, R., Pavithra, M., Ravi, A. V., & Pandian, S. K. (2021). Anti-inflammatory potential of myristic acid and palmitic acid synergism against systemic candidiasis in *Danio rerio* (Zebrafish). *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133, 111043. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2020.111043>
- Pu, Z., Yang, F., Wang, L., Diao, Y., & Chen, D. (2021). Advancements of compounds targeting Wnt and Notch signalling pathways in the treatment of inflammatory bowel disease and colon cancer. In *Journal of Drug Targeting* (Vol. 29, Issue 5, pp. 507–519). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/1061186X.2020.1864741>
- Puvača, N., Tufarelli, V., & Giannenas, I. (2022). Essential Oils in Broiler Chicken Production, Immunity and Meat Quality: Review of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, and *Rosmarinus officinalis*. In *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 6, p. 874). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060874>
- Puvaça, N., & Tufarelli, V. (2022). *Óleos essenciais na produção de frangos de corte , imunidade e Qualidade da Carne : Revisão de Thymus vulgaris , Origanum vulgare e Rosmarinus officinalis*.
- Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P., & Northcutt, J. K. (2001). The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science*, 80(5), 676–680. <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.676>
- Rabello, R. F., Bonelli, R. R., Penna, B. A., Albuquerque, J. P., Souza, R. M., & Cerqueira, A. M. F. (2020). Antimicrobial resistance in farm animals in Brazil: An update overview. In *Animals* (Vol. 10, Issue 4, p. 552). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani10040552>
- Ragaa, N. M., & Korany, R. M. S. (2016). Studying the effect of formic acid and potassium diformate on performance, immunity and gut health of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 2(4), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.003>
- Rahman, M. R. T., Fliss, I., & Biron, E. (2022). Insights in the Development and Uses of Alternatives to Antibiotic Growth Promoters in Poultry and Swine Production. In *Antibiotics* (Vol. 11, Issue 6, p. 766). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060766>
- Raji, A. A., Mohammed, B., Oladele, S. B., Saidu, L., Jibril, A. H., Cazaban, & C. Cazaban. (2017). Bursa body index as a visual indicator for the assessment of bursa of Fabricius. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 9(2), 32–38. <https://doi.org/10.5897/jvmah2016.0456>
- Ramos-Escudero, F., Gómez-Coca, R. B., Muñoz, A. M., Fuente-Carmelino, L. D. La, & Pérez-Camino, M. del C. (2022). Oil From Three Aguaje Morphotypes (*Mauritia flexuosa* L.f.) Extracted by Supercritical Fluid With CO₂: Chemical Composition and Chromatic Properties. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(March), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.843772>
- Ranucci, D., Beghelli, D., Trabalza-Marinucci, M., Branciarri, R., Forte, C., Olivieri, O., Badillo Pazmay, G. V., Cavallucci, C., & Acuti, G. (2015). Dietary effects of a mix

- derived from oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil and sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood extract on pig performance, oxidative status and pork quality traits. *Meat Science*, 100, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.149>
- Ravindran, V., & Reza Abdollahi, M. (2021). Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: State of the art and outlook. In *Animals* (Vol. 11, Issue 10, p. 2795). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani11102795>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Ren, H., Vahjen, W., Dadi, T., Saliu, E. M., Boroojeni, F. G., & Zentek, J. (2019). Synergistic effects of probiotics and phytobiotics on the intestinal microbiota in young broiler chicken. *Microorganisms*, 7(12), 684. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7120684>
- Rodrigues, M. de F., da Silva, J. W., de Lima, J. S., Ramos, B. de A., Paz, S. T., Lomonaco, D., Zampieri, D., & Ximenes, R. M. (2024). Antiulcer activity of *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae) pulp oil: An edible Amazonian species with functional properties. *Fitoterapia*, 174, 105857. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2024.105857>
- Rodriguez-Sanchez, R., Tres, A., Sala, R., Guardiola, F., & Barroeta, A. C. (2019). Evolution of lipid classes and fatty acid digestibility along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed different fat sources at different ages. *Poultry Science*, 98(3), 1341–1353. <https://doi.org/10.3382/ps/pey458>
- Rossi, B., Toschi, A., Piva, A., & Grilli, E. (2020). Single components of botanicals and nature-identical compounds as a non-antibiotic strategy to ameliorate health status and improve performance in poultry and pigs. In *Nutrition Research Reviews* (Vol. 33, Issue 2, pp. 218–234). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0954422420000013>
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F. de, Barreto, S. L. de T., & Brito, C. O. (2017). *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos* (H. S. Rostagno (ed.); Universida).
- Rudke, A. R., Mazzutti, S., Andrade, K. S., Vitali, L., & Ferreira, S. R. S. (2019). Optimization of green PLE method applied for the recovery of antioxidant compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L.) shell. *Food Chemistry*, 298, 125061. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125061>
- Saied, A. M., Attia, A. I., El-Kholy, M. S., Reda, F. M., & EL Nagar, A. G. (2022). Effect of cinnamon oil supplementation into broiler chicken diets on growth, carcass traits, haemato-biochemical parameters, immune function, antioxidant status and caecal microbial count. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 31(1), 21–33. <https://doi.org/10.22358/jafs/146921/2022>
- Sakomura, N. K., & Rostagno, H. S. (2016). *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos* (2^a). FUNEP.
- Sammari, H., Askri, A., Benahmed, S., Saucier, L., & Alnahhas, N. (2023). A survey of broiler breast meat quality in the retail market of Quebec. *Canadian Journal of Animal Science*, 103(3), 298–311. <https://doi.org/10.1139/cjas-2023-0001>
- Santamarina, A. B., Pisani, L. P., Baker, E. J., Marat, A. D., Valenzuela, C. A., Miles, E. A., & Calder, P. C. (2021). Anti-inflammatory effects of oleic acid and the anthocyanin keracyanin alone and in combination: effects on monocyte and macrophage responses and the NF-κB pathway. *Food & Function*, 12(17), 7909–7922. <https://doi.org/10.1039/D1FO01304A>
- Santis, R., Albuquerque, F. C. F. C. F., Silva, R. L. S. L. S. L. S. L. S. L. S. L. S., Mesquita, L. R.,

- Ferreira, I. D., Dourado, L. R. B. R. B., & Ferreira, G. J. B. C. J. B. C. (2022). Intestinal morphometry and performance of broiler chickens subjected to diets with buriti oil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 74(2), 359–366. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12350>
- Santos, D. T., Veggi, P. C., & Meireles, M. A. A. (2012). Optimization and economic evaluation of pressurized liquid extraction of phenolic compounds from jabuticaba skins. *Journal of Food Engineering*, 108(3), 444–452. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.08.022>
- Santos, J. S. dos, Vieira, A. B. D., & Kamada, I. (2009). Treatment of open wounds using Mosqueta Rose: a review. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 62(3), 457–462. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672009000300020>
- Schanda, J. (2007). Colorimetry: Understanding the CIE System. In *Colorimetry: Understanding the CIE System*. John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470175637>
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., & Ranganathan, J. (2018). Creating a Sustainable Food Future: Synthesis Report. *Agency for International Development, December*, 1–96. <https://www.wri.org/our-work/project/world-resources-report/publications>.
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects - A review. In *Journal of Functional Foods* (Vol. 18, pp. 820–897). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Shahidi, F., & Peng, H. (2018). Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds. *Journal of Food Bioactives, December 2018*, 11–68. <https://doi.org/10.31665/jfb.2018.4162>
- Shaji, S., Selvaraj, R. K., & Shanmugasundaram, R. (2023). Salmonella Infection in Poultry: A Review on the Pathogen and Control Strategies. In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 11, p. 2814). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112814>
- Shanmugasundaram, R., Adams, D., Ramirez, S., Murugesan, G. R., Applegate, T. J., Cunningham, S., Pokoo-Aikins, A., & Glenn, A. E. (2022). Subclinical Doses of Combined Fumonisin and Deoxynivalenol Predispose Clostridium perfringens–Inoculated Broilers to Necrotic Enteritis. *Frontiers in Physiology*, 13, 934660. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.934660>
- Shekhu, N. A. (2025). Impact of Pathogenic Bacterial Challenges on Growth Performance, Gut Morphology, Serum Biochemistry, and Meat Quality in Broiler Chickens. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences (PJLSS)*, 23(1), 7214–7224. <https://doi.org/10.57239/pjlss-2025-23.1.00561>
- Shi, H., Yang, F., Peng, Z., Wu, J., Wang, Q., Qiu, P., Bao, R., Huang, L., Li, X., Zhang, H., & Wang, X. (2024). Oxidative stress model of lipopolysaccharide combined with thrombin inducing in broiler chicks. *Frontiers in Veterinary Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1369515>
- Silva, D. J., & Queiroz, A. C. de. (2002). Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. In *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos* (3rd ed.). UFV.
- Silvan, J. M., Ciechanowska, A. M., & Martinez-Rodriguez, A. J. (2020). Modulation of antibacterial, antioxidant, and anti-inflammatory properties by drying of *Prunus domestica* L. plum juice extracts. *Microorganisms*, 8(1), 119. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010119>
- Skřivan, M., Marounek, M., Englmaierová, M., Čermák, L., Vlčková, J., & Skřivanová, E. (2018). Effect of dietary fat type on intestinal digestibility of fatty acids, fatty acid profiles of breast meat and abdominal fat, and mRNA expression of lipid-related genes in broiler chickens. *PLOS ONE*, 13(4), e0196035.

- <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0196035>
- Smith, D. P., & Northcutt, J. K. (2009). Pale poultry muscle syndrome. *Poultry Science*, 88(7), 1493–1496. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00509>
- Song, B., Tang, D., Yan, S., Fan, H., Li, G., Shahid, M. S., Mahmood, T., & Guo, Y. (2021). Effects of age on immune function in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00559-1>
- Sousa, W. C. de, Morais, R. A., & Zuniga, A. D. G. (2024). Buriti (*Mauritia flexuosa*) shell flour: Nutritional composition, chemical profile, and antioxidant potential as a strategy for valuing waste from native Brazilian fruits. *Food Research International*, 190, 114578. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114578>
- Speranza, P., Badan Ribeiro, A. P., Cunha, R. L., Macedo, J. A., & Macedo, G. A. (2015). Influence of emulsion droplet size on antimicrobial activity of interesterified Amazonian oils. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.022>
- Speranza, P., De Oliveira Falcão, A., Alves Macedo, J., Da Silva, L. H. M., Da Rodrigues, A. M. C., & Alves Macedo, G. (2016). Amazonian Buriti oil: Chemical characterization and antioxidant potential. In *Grasas y Aceites* (Vol. 67, Issue 2). <https://doi.org/10.3989/gya.0622152>
- Suganthi, R. U. (2024). PHYTOGENIC ALTERNATIVES TO ANTIBIOTICS. *Futuristic Trends in Agriculture Engineering & Food Sciences*, 3, 208–216.
- Surai, P. F. (2014). Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: From the past to the future. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(1), 19–31. <https://doi.org/10.1111/jpn.12070>
- Surai, P. F., Kochish, I. I., Fisinin, V. I., & Kidd, M. T. (2019). Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. In *Antioxidants* (Vol. 8, Issue 7, p. 235). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>
- Symoniuk, E., Ratusz, K., & Krygier, K. (2019). Evaluation of the Oxidative Stability of Cold-Pressed Rapeseed Oil by Rancimat and Pressure Differential Scanning Calorimetry Measurements. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(2). <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800017>
- Talebi, A., Asri-Rezaei, S., Rozeh-Chai, R., & Sahraei, R. (2005). Comparative studies on haematological values of broiler strains (ross, cobb, arbor-acres and arian). *International Journal of Poultry Science*, 4(8), 573–579. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.573.579>
- Tan, Z., Lu, P., Adewole, D., Diarra, M. S., Gong, J., & Yang, C. (2021). Iron requirement in the infection of Salmonella and its relevance to poultry health. In *Journal of Applied Poultry Research* (Vol. 30, Issue 1, p. 100101). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.09.016>
- Teixeira, G. L., Ibañez, E., & Block, J. M. (2022). Emerging Lipids from Arecaceae Palm Fruits in Brazil. *Molecules*, 27(13). <https://doi.org/10.3390/molecules27134188>
- Togashi, C. K., Fonseca, J. B., Soares, R. D. T. R. N., Gaspar, A., & Detmann, E. (2007). Composition of fatty acids in tissues of broilers fed by-products of passion fruit. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6 SUPPL.), 2063–2068. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000900016>
- Tolomeotti, L. S., Goes, R. H. T. B., Cangianelli, G. H., Khatlab, A. S., Pontes, K. M., Matos, E. B., Vesco, A. P. Del, Miglioranza, S., & Gasparino, E. (2024). Effect of a blend of essential oils, organic acids, tannins, vitamin E and zinc on the intestinal health of broiler chickens challenged with *Eimeria* spp., *Salmonella* Minnesota, *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 44, e07404. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7404>

- Tóthová, C., Sesztáková, E., Bielík, B., & Nagy, O. (2019). Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. *Veterinary World*, 12(4), 598–604. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.598-604>
- Tufarelli, V., Laudadio, V., & Casalino, E. (2016). An extra-virgin olive oil rich in polyphenolic compounds has antioxidant effects in meat-type broiler chickens. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(7), 6197–6204. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5852-1>
- Tzora, A., Bonos, E., Giannenas, I., Karamoutsios, A., Fotou, K., Sidiropoulou, E., Tsiftoglou, O., Lazari, D., Stylianaki, I., Grigoriadou, A., & Skoufos, I. (2021). Effects of dietary essential oils in combination with butyrate on growth performance, intestinal microflora, blood parameters and meat composition of broiler chickens. *European Poultry Science*, 85, 1–24. <https://doi.org/10.1399/eps.2021.327>
- Ungurianu, A., Zănfirescu, A., Nițulescu, G., & Margină, D. (2021). Vitamin e beyond its antioxidant label. In *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 5, p. 634). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox10050634>
- Van Der Flier, L. G., & Clevers, H. (2009). Stem cells, self-renewal, and differentiation in the intestinal epithelium. *Annual Review of Physiology*, 71, 241–260. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.PHYSIOL.010908.163145>
- Van Limbergen, T., Sarrazin, S., Chantziaras, I., Dewulf, J., Ducatelle, R., Kyriazakis, I., McMullin, P., Méndez, J., Niemi, J. K., Papasolomontos, S., Szeleszczuk, P., Van Erum, J., & Maes, D. (2020). Risk factors for poor health and performance in European broiler production systems. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02484-3>
- Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Panaite, T. D., Saracila, M., Turcu, R. P., & Dumitru, M. (2023). Effect of Basil, Thyme and Sage Essential Oils as Phytogenic Feed Additives on Production Performances, Meat Quality and Intestinal Microbiota in Broiler Chickens. *Agriculture (Switzerland)*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/agriculture13040874>
- Walter, R. J., Sonnentag, S. J., Munoz-Sagredo, L., Merkel, M., Richert, L., Bunert, F., Heneka, Y. M., Loustau, T., Hodder, M., Ridgway, R. A., Sansom, O. J., Mely, Y., Rothbauer, U., Schmitt, M., & Orian-Rousseau, V. (2022). Wnt signaling is boosted during intestinal regeneration by a CD44-positive feedback loop. *Cell Death and Disease*, 13(2), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41419-022-04607-0>
- Wang, J., Deng, L., Chen, M., Che, Y., Li, L., Zhu, L., Chen, G., & Feng, T. (2024). Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. In *Animal Nutrition* (Vol. 17, pp. 244–264). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.01.012>
- Wang, L., Lilburn, M., & Yu, Z. (2016). Intestinal microbiota of broiler chickens as affected by litter management regimens. *Frontiers in Microbiology*, 7(MAY), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00593>
- Xie, S., Li, Y., Zhao, S., Lv, Y., & Yu, Q. (2020). Salmonella infection induced intestinal crypt hyperplasia through Wnt/ β -catenin pathway in chicken. *Research in Veterinary Science*, 130, 179–183. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.03.008>
- Xing, Y. Y., Zheng, Y. K., Yang, S., Zhang, L. H., Guo, S. W., Shi, L. L., Xu, Y. Q., Jin, X., Yan, S. M., & Shi, B. L. (2021). Artemisia ordosica Polysaccharide Alleviated Lipopolysaccharide-induced Oxidative Stress of Broilers via Nrf2/Keap1 and TLR4/NF- κ B Pathway. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 223, 112566. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112566>
- Youssef, I. M., Khalil, H. A., Shakoori, A. M., Bagadood, R. M., Alyahyawi, A. Y., Alhazaa, R. A., Fakiha, K. G., Nasr, S., Abo-Samra, M. A., Hassan, M. S., Halim, H. S. A. El, El-Hack, M. E. A., Jaremko, M., Al-Nemi, R., & Youssef, K. M. (2023). Immune

- response, hematological traits, biochemical blood parameters, and histological status of laying hens influenced by dietary chitosan-oligosaccharides. *Poultry Science*, 102(9), 102834. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102834>
- Yue, K., Cao, Q. Q., Shaukat, A., Zhang, C., & Huang, S. C. (2024). Insights into the evaluation, influential factors and improvement strategies for poultry meat quality: a review. In *npj Science of Food* (Vol. 8, Issue 1, pp. 1–16). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00306-6>
- Zanatta, C. F., Mitjans, M., Urgatondo, V., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2010). Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.017>
- Zanatta, C. F., Ugartondo, V., Mitjans, M., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2008). Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) assessed by the neutral red release test. *Food and Chemical Toxicology*, 46(8), 2776–2781. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.05.001>
- Zeferino, C. P., Komiyama, C. M., Pelícia, V. C., Fascina, V. B., Aoyagi, M. M., Coutinho, L. L., Sartori, J. R., & Moura, A. S. A. M. T. (2016). Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. *Animal*, 10(1), 163–171. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001998>
- Zeng, X., Zhu, M., Liu, X., Chen, X., Yuan, Y., Li, L., Liu, J., Lu, Y., Cheng, J., & Chen, Y. (2020). Erratum: Oleic acid ameliorates palmitic acid induced hepatocellular lipotoxicity by inhibition of ER stress and pyroptosis. *Nutrition and Metabolism*, 17(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00438-y>
- Zhai, H., Liu, H., Wang, S., Wu, J., & Klunter, A. M. (2018). Potential of essential oils for poultry and pigs. In *Animal Nutrition* (Vol. 4, Issue 2, pp. 179–186). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>
- Zhang, L. Y., Peng, Q. Y., Liu, Y. R., Ma, Q. G., Zhang, J. Y., Guo, Y. P., Xue, Z., & Zhao, L. H. (2021). Effects of oregano essential oil as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, antioxidant status, and intestinal health of broilers. *Poultry Science*, 100(7), 101163. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101163>
- Zheng, L., Duan, S. L., Wen, X. L., & Dai, Y. C. (2022). Molecular regulation after mucosal injury and regeneration in ulcerative colitis. In *Frontiers in Molecular Biosciences* (Vol. 9, p. 996057). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.996057>
- Zheng, X. C., Wu, Q. J., Song, Z. H., Zhang, H., Zhang, J. F., Zhang, L. L., Zhang, T. Y., Wang, C., & Wang, T. (2016). Effects of Oridonin on growth performance and oxidative stress in broilers challenged with lipopolysaccharide. *Poultry Science*, 95(10), 2281–2289. <https://doi.org/10.3382/PS/PEW161>
- Zheng, Y., Xie, T., Li, S., Wang, W., Wang, Y., Cao, Z., & Yang, H. (2022). Effects of Selenium as a Dietary Source on Performance, Inflammation, Cell Damage, and Reproduction of Livestock Induced by Heat Stress: A Review. *Frontiers in Immunology*, 12(January), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.820853>
- Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 20051. *Poultry Science*, 93(12), 2970–2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>

10. Tabelas

Tabela 1. Composição nutricional das dietas de frangos de corte alimentados em função da fase (dias de idade)

Ingredientes (kg)	Fase (dias de idade)	
	01 -07	08 -21
Milho	63,249	62,435
Farelo de soja	30,374	30,618
Fosfato bicálcico	1,917	1,680
Calcário	0,983	0,881
L-lisina	0,523	0,451
Sal comum	0,506	0,488
Suplemento ¹	0,500	0,450
DL-metionina	0,423	0,384
L-arginina	0,243	0,180
L-treonina	0,229	0,193
L-valina	0,200	0,159
L-triptofano	0,029	0,019
Composição calculada ²		
Energia met. (Mcal/kg)	2,975	3,050
Ácido linoleico (%)	1,740	2,377
Proteína bruta (%)	20,74	20,50
Cálcio (%)	0,975	0,878
Cloro (%)	0,348	0,337
Fósforo disponível (%)	0,463	0,419
Sódio (%)	0,225	0,218
Potássio (%)	0,746	0,748
Arginina digestível (%)	1,398	1,344
Lisina digestível (%)	1,307	1,256
Met. + Cist. digestível (%)	0,967	0,929
Metionina digestível (%)	0,686	0,648
Treonina digestível (%)	0,863	0,829
Triptofano digestível (%)	0,235	0,226
Valina digestível (%)	1,006	0,967

¹Composição por kg do produto: Vitamina A, 3.080.000 UI; Vitamina E, 11.500 UI; Vitamina B1, 817 mg; Vitamina B2, 2.000 mg; Vitamina B6, 1.150 mg; Vitamina B12, 5.000 mcg; Vitamina K3, 605 mg; Vitamina D3, 750.000 UI; Pantotenato de cálcio, 4.115 mg; Niacina, 12 g; Ácido fólico, 320 mg; Biotina, 28 mg; Zinco, 19 g; Ferro, 13 g; Manganês, 20 g; Cobre, 3.000 mg; Iodo, 305 mg; Cobalto, 50 mg; Selênio, 74 mg; Etoxiquim, 25 mg; B.H.A., 20 mg; Veículo Q.S.P., 1.000 mg. [†]As concentrações desses ingredientes estão detalhadas na Tabela 2. ²Composição calculada com base na inclusão de todos os ingredientes, incluindo o óleo de soja e de buriti apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Valores de inclusão de óleo de buriti para compor as dietas experimentais e antibiótico promotor de crescimento para dieta controle dos frangos de corte com ajuste de inerte e óleo de soja para manutenção do nível energético dietético

Ingredientes (kg)	Tratamentos (inclusão de OB)			
	CP (%)			
	CP	0,0	0,4	0,8
01 - 07 dias de idade				
OB	0,000	0,000	0,400	0,800
APC	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	0,626	0,626	0,311	0,000
Inerte	0,195	0,200	0,114	0,026
Ração base	99,174	99,174	99,174	99,174
Total	100	100	100	100
08 - 21 dias de idade				
OB	0,00	0,000	0,400	0,800
APC	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	1,862	1,862	1,55	1,238
Inerte	0,195	0,200	0,112	0,024
Ração base	97,938	97,938	97,938	97,938
Total	100	100	100	100

Tabela 3. Desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti aos 21 dias de idade

Variáveis	Tratamentos							
	Dias	Controle Positivo	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB	P- Valor	SEM	CV (%)
PMC (g/ave)	1 - 7	140,28	137,46	139,79,4 ^a	137,83	1,39	1,39	5,93
	1 - 14	481,06	464,75	473,23	466,43	0,50	4,12	4,92
	1 - 21	898,1 ^a	850,7 ^b	879,8 ^a	874,8 ^{ab}	0,001	5,39	2,65
CR (g/ave)	1 - 7	104,13	96,40	97,10	96,92	0,23	1,53	8,57
	1 - 14	566,89	559,90	566,38	543,00	0,61	6,78	6,88
	1 - 21	1093,7	1075,2	1095,9	1053,8	0,5135	10,62	5,17
GP (g/ave)	1 - 7	97,30	94,38	96,39 ^a	94,40	0,85	1,41	8,69
	1 - 14	426,14	414,36	422,05	413,74	0,82	5,26	7,24
	1 - 21	855,1 ^a	807,6 ^b	836,8 ^a	831,6 ^{ab}	0,001	5,40	2,79
CA (g:g)	1 - 7	1,070	1,025	1,006	1,027	0,22	0,01	5,96
	1 - 14	1,334	1,353	1,343	1,314	0,766	0,013	5,48
	1 - 21	1,273 ^{ab}	1,331 ^a	1,259 ^b	1,317 ^{ab}	0,05	0,01	3,88

Valores expressos como médias. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). PMC: peso médio corporal; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade de nutrientes em frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti

Variáveis	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle positivo	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
CDMS	74,2 ^a	70,5 ^b	70,0 ^b	70,5 ^b	0,01	0,56	3,94
CDMM	21,9	28,3	28,4	24,7	0,07†	0,95	16,47
CDEB	77,5 ^a	72,4 ^b	73,4 ^b	72,5 ^b	0,0001	0,53	2,18
CDPB	74,9 ^a	67,7 ^c	71,6 ^b	73,6 ^{ab}	0,0001	0,63	2,91
CDEE	87,03	85,45	85,57	85,69	0,64	0,44	2,92

Valores expressos como médias. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste SNK ($P \leq 0,05$).

†Valores com tendência estatística (P próximo de 0,05). Coeficiente de digestibilidade de matéria seca (CDMS); coeficiente de digestibilidade de matéria mineral (CDMM); coeficiente de digestibilidade de energia bruta (CDEB); coeficiente de digestibilidade de proteína bruta (CDPB); DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

Tabela 5. Parâmetros hematológicos de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti

Variáveis	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle Positivo	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
Hemácias (10 ⁶ /mm ³)	2,02	1,96	2,06	2,03	0,77	0,03	9,76
Hemoglobina (g/dL)	8,34	7,89	7,87	8,11	0,28	0,09	6,53
Hematócrito (%)	29,12	29,5	29,50	29,87	0,89	0,33	6,52
VGM (fL)	144,49	151,41	143,2	147,02	0,33	1,71	6,53
CHCM (g/dL)	28,74 ^a	26,74 ^b	26,72 ^b	27,17 ^{ab}	0,05	0,31	5,89
Proteína total (g/dL)	3,17	3,17	3,32	3,33	0,63	0,63	9,14
Trombócitos (10 ³ /mm ³)	37,87	36,25	37,87	36,25	0,99	2,88	46,17

Valores expressos como médias. †Valores próximos à significância estatística (tendência; *P* próximo a 0,05). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK (*P* ≤ 0,05). VGM: volume globular médio; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média; fL: femtolitros; DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

Tabela 6. Parâmetros leucocitários, níveis séricos de MDA e óxido nítrico de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti

Variáveis (10 ³ /μL)	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
Leucócitos	40,4	42,6	29,2	33,7	0,27	2,68	40,27
Heterófilos	18,6	20	15,5	19,7	0,61	1,29	39,75
Linfócitos	21,7	12,7	12,5	20,5	0,13	1,82	58,36
Eosinófilos	0,6	0,0	0,2	0,5	0,57	0,17	283,69
Monócitos	1,9	0,9	0,9	1,8	0,44	0,29	115,13
MDA Sérico (μmol/L)	3,72	5,97	4,83	4,81	0,09†	0,223	38,85
Óxido nítrico (μmol/L)	2,25	1,97	2,11	1,96	0,34	0,129	17,70

Valores para leucócitos expressos em médias em 10³/μL. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de SNK ($P \leq 0,05$), exceto para os parâmetros MDA e ON, cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). †Valores com P próximo a 0,05 indicam tendência estatística. MDA expresso em μmol/L; ON expresso em μmol/L, DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

Tabela 7. Efeito da suplementação dietética com antibiótico promotor de crescimento e óleo de buriti nas vilosidades e criptas do duodeno e jejuno de frangos de corte aos 21 dias de idade

Tratamentos							
Duodeno (µm)							
Variáveis	Controle positivo	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB	P-Valor	SEM	CV (%)
PV	3376,6	3072,5	3058,3	3181	0,56	89,33	15,39
AV	1649,5	1489,1	1499,4	1568,4	0,52	42,77	15,00
LV	175,7	190,2	172,7	175,0	0,66	4,99	15,52
AC	195,2	211,0	213,6	193,7	0,28	4,59	11,95
LC	61,8	71,0	65,0	67,0	0,74	2,82	22,23
CM	180,0	172,8	169,3	190,0	0,52	5,16	15,81
RVC	8,5	7,0	7,1	8,1	0,09†	0,25	16,53
Jejuno (µm)							
PV	2451,7 ^a	1706,1 ^b	2317,1 ^a	1851,1 ^{ab}	0,01	99,29	17,01
AV	1208,0 ^a	842,3 ^b	1130,1 ^a	908,1 ^{ab}	0,01	48,61	17,21
LV	197,4	140,0	144,2	165,9	0,08	7,86	19,94
AC	208,2	244,2	183,8	187,6	0,15	8,93	18,34
LC	56,3 ^a	47,3 ^b	52,9 ^a	54,3 ^a	0,002	1,54	6,21
CM	261,3	201,5	247,9	224,9	0,40	12,27	25,55
RVC	5,3	4,6	5,4	4,8	0,47	0,21	18,76

Valores expressos como médias. †Valores próximos à significância estatística (tendência; *P* próximo a 0,05). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). PV: perímetro das vilosidades; AV: altura do vilo; LV: largura do vilo; AC: altura da cripta; LC: largura da cripta; CM: camada muscular; RVC: relação vilo:cripta; DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

CAPÍTULO III

Óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento sobre o desempenho, morfometria intestinal e resposta imune em frangos de corte sob desafio sanitário

O artigo foi elaborado atendendo aos pré-requisitos para submissão à revista *Poultry Science*

ÓLEO DE BURITI NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

Óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento sobre o desempenho, morfometria intestinal e resposta imune em frangos de corte sob desafio sanitário

Francisca Luana de A. Carvalho*, Leilane Rocha Barros Dourado[†], Iara Silva Sousa[‡]

Afiliações

Autor correspondente: Francisca Luana de Araújo Carvalho, luanaraielly@hotmail.com, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Teresina 64049-550, PI, Brasil

Metabolismo e Nutrição

27 RESUMO

28 Este estudo avaliou o uso do óleo de buriti (OB) como alternativa aos melhoradores de
29 desempenho na dieta de frangos de corte submetidos a desafio sanitário. Foram utilizados 480
30 pintos de um dia da linhagem Ross AP95, distribuídos entre quatro tratamentos, em
31 delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições e 15 aves por unidade
32 experimental. Os tratamentos consistiram em: controle positivo (com APC), controle negativo
33 (sem APC e sem OB) e duas dietas sem antibióticos suplementadas com 0,4% e 0,8% de OB.
34 O desafio sanitário foi realizado por meio da oferta oral de cama aviária reutilizada, diluída
35 em água e fornecida duas vezes por semana. Análises microbiológicas confirmaram
36 contaminação por bactérias e fungos em níveis acima dos limites para biossólidos classe A.
37 Foram avaliados desempenho produtivo, rendimento de carcaça (RC), parâmetros
38 hematológicos, morfometria intestinal, microbiota cecal, marcadores oxidativos (óxido nítrico
39 [ON] e malonaldeído [MDA]) e indicadores econômicos. A inclusão de 0,4% de OB
40 aumentou o peso corporal, o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar, com
41 desempenho semelhante ao controle positivo. Também elevou a proteína total, sem alterações
42 hematológicas significativas. Os níveis séricos de ON foram reduzidos, enquanto os valores
43 de TBARS não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. O RC não foi afetado
44 pelos tratamentos. A profundidade de cripta duodenal foi menor nos grupos suplementados,
45 sem alteração na altura das vilosidades. A microbiota cecal não diferiu entre os tratamentos. A
46 inclusão de 0,4% preservou a rentabilidade em nível semelhante ao controle positivo,
47 enquanto 0,8% elevou os custos e reduziu os indicadores econômicos. Assim, a
48 suplementação com 0,4% de OB é uma alternativa viável aos APC na produção de frangos
49 sob desafio sanitário.

50

Palavras-chave: Alimento funcional, estresse oxidativo, frango de corte, integridade intestinal, *Mauritia flexuosa* L., óleo de buriti.

INTRODUÇÃO

A restrição ao uso de antibióticos promotores de crescimento (APC), devido ao risco de resistência antimicrobiana, tem impulsionado a adoção de aditivos naturais na avicultura (FAO, 2018; Searchinger et al., 2018). Embora eficientes em melhorar o desempenho, os APC favorecem a seleção de microrganismos multirresistentes, com implicações para a saúde pública (Mehdi et al., 2018; Arantes & Günther, 2023).

Entre as alternativas aos APC, destacam-se aditivos funcionais como óleos essenciais e funcionais, ácidos orgânicos, probióticos, probióticos e fitogênicos. Esses compostos atuam na modulação da microbiota, no fortalecimento da barreira intestinal e na atenuação de processos inflamatórios em frangos de corte (Iqbal et al., 2021). Além disso, apresentam propriedades antioxidantes e bacteriostáticas, sendo amplamente investigados em modelos de infecções entéricas bacterianas (Heydarian et al., 2020; Basiouni et al., 2023; Leite et al., 2024).

O óleo de buriti (OB) é um exemplo de aditivo funcional com elevado potencial bioativo, apresentando altos teores de ácido oleico (~73–79%), β -caroteno, tocoferóis e compostos fenólicos (Ramos-Escudero et al., 2022; Dourado et al., 2025). Esses constituintes estão associados à estabilidade oxidativa, à integridade da mucosa intestinal e à modulação da resposta imune (Barbosa et al., 2017; Aquino et al., 2023). Sua eficácia foi demonstrada em estudos experimentais conduzidos *in vitro* e *in vivo* (Aquino et al., 2023; Rodrigues et al., 2024).

A composição lipídica do óleo, em ácidos oleico, linoleico e palmítico, contribui para a homeostase intestinal por meio do fortalecimento da barreira epitelial e da melhoria da digestibilidade (Pinto et al., 2014; Faradilla et al., 2020). Estudos indicam que a inclusão de

OB na dieta de frangos melhora o desempenho produtivo e a morfologia intestinal em dietas isentas de antibióticos (Santis et al., 2022; Carvalho et al., 2024).

Seus compostos bioativos apresentam atividade antimicrobiana frente a *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (Batista et al., 2012; Monteiro et al., 2019), bem como promovem alterações favoráveis na mucosa intestinal e redução de linfócitos circulantes (Dourado et al., 2025).

Infecções entéricas por *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* são recorrentes na produção intensiva de frangos de corte, comprometendo a função intestinal, a resposta imune e o desempenho produtivo (Kromann & Jensen, 2022; Pereira et al., 2024). A reutilização de cama e falhas no manejo sanitário intensificam a exposição bacteriana, aumentando a vulnerabilidade das aves a esses patógenos (Gomes et al., 2022). Nessas condições, a validação de compostos naturais torna-se fundamental para garantir a funcionalidade intestinal e a eficiência produtiva.

Diante da escassez de dados sob condições sanitárias adversas, este estudo avaliou a inclusão do óleo OB como alternativa aos APC, com ênfase em desempenho produtivo, integridade intestinal, resposta imunológica, microbiota cecal e viabilidade econômica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Aprovação Ética

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Piauí (protocolo nº 749/2022) e conduzido conforme as diretrizes do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

Local e Período Experimental

O experimento foi conduzido no Biotério de Aves do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Teresina, Piauí, Brasil, no período de setembro a outubro de 2023.

Animais, Delineamento Experimental

Foram utilizados 480 pintos machos de um dia da linhagem Ross AP95, com peso médio inicial de $43,17 \pm 0,64$ g. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, oito repetições e 15 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em: (1) controle positivo – dieta com antibiótico promotor de crescimento e sem OB; (2) controle negativo – dieta sem antibiótico (DSA) e sem OB; (3) DSA + 0,4% de OB; e (4) DSA + 0,8% de OB.

Dietas Experimentais

As dietas foram formuladas com base em milho e farelo de soja, sendo isoenergéticas e isoproteicas, de acordo com as exigências nutricionais para frangos de corte estabelecidas por Rostagno et al. (2017). O aditivo antibiótico consistiu em halquinol, uma mistura de 5,7-dicloro-8-quinolinol, 5-cloro-8-quinolinol e 7-cloro-8-quinolinol, incluído à dieta na proporção de 50 g/tonelada de ração. A energia metabolizável do OB foi considerada como 6.854 kcal/kg, conforme Dourado et al. (2025). A substituição parcial do óleo de soja por OB foi realizada com ajustes no nível de inerte, mantendo o valor energético e proteico constante entre os tratamentos.

A composição e os níveis de inclusão dos ingredientes estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. O OB foi fornecido pela Cooperativa dos Produtores do Vale do Gurguéia (Bom Jesus, Piauí, Brasil).

Desafio Sanitário

O experimento foi conduzido sob desafio sanitário leve, utilizando cama aviária reutilizada por 12 meses, proveniente de galinhas poedeiras mantidas em sistema *cage-free*. A cama foi submetida à análise microbiológica, detectando-se *Salmonella spp.* (presença) e contagens de coliformes totais ($>10^3$ UFC/g), coliformes termotolerantes ($>10^4$ UFC/g), *Enterobacteriaceae* ($>10^2$ UFC/g), *Escherichia coli* ($>10^4$ UFC/g), *Staphylococcus aureus*

(>10⁴ UFC/g) e fungos filamentosos e leveduras (>10⁴ UFC/g). As análises seguiram metodologias padronizadas da ISO e da APHA, confirmando elevado potencial de contaminação para aves.

Para o desafio, a cama foi distribuída nos boxes em camada uniforme de 5 cm e também incorporada à água de bebida duas vezes por semana. A solução foi preparada na proporção de 1 kg de cama para 4 L de água, filtrada e fornecida após uma hora de jejum hídrico, permanecendo disponível por duas horas. Os bebedouros foram higienizados com a mesma frequência. O protocolo foi adaptado de Barbosa et al. (2011) e seguiu princípios semelhantes aos descritos por Wang et al. (2016), visando simular exposição a patógenos entéricos em condições controladas.

Manejo

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, em boxes de 3 m² com cama reutilizada de palha de arroz, equipados com comedouros tubulares, bebedouros automáticos pendulares e ventiladores. O ambiente era controlado por cortinas laterais e iluminação programada, com fotoperíodo de 24L:0E na primeira semana, seguido de 16L:8E até os 42 dias.

As aves foram vacinadas no incubatório contra Marek, Gumboro e Newcastle. Água e ração foram fornecidas *ad libitum*. A temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente às 10h, por meio de termo-higrômetros digitais (Tomate®, modelo PD003) posicionados à altura do dorso das aves. As temperaturas médias máxima e mínima foram, respectivamente, 32,5 °C e 22,8 °C, com umidade relativa média de 67%.

Desempenho Produtivo

O desempenho foi avaliado nos períodos de 1 a 35 e 1 a 42 d de idade, sendo avaliados o peso médio corporal (PMC), o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA). O PMC foi obtido pela divisão do peso total das aves pelo número de aves

em cada unidade experimental. O CR foi calculado pela diferença entre a quantidade fornecida e as sobras ao final de cada período.

O GP foi determinado pela diferença entre o peso médio final e inicial das aves. A conversão alimentar foi calculada como a razão entre o consumo de ração e o ganho de peso ($CA = CR/GP$), com ajustes baseados no número real de aves.

Os ajustes por mortalidade seguiram o método de ajuste proporcional dos consumos e do ganho de peso, conforme descrito por Sakomura and Rostagno (2016), considerando o número real de que cada ave permaneceu no experimento.

Nota metodológica: Os dados de PMC de 1 a 42 d foram analisados separadamente em outro estudo, com foco na qualidade da carne, e não estão apresentados neste manuscrito.

Avaliação Dos Parâmetros Sanguíneos

Aos 42 dias de idade, foi coletado sangue de uma ave por unidade experimental ($n = 32$) por punção da veia ulnar (3 mL), sendo 1,5 mL transferidos para tubos contendo EDTA a 10% (0,1 mL para cada 1,0 – 5,0 mL de sangue) para realização da análise hematológica.

A avaliação hematológica incluiu os parâmetros do eritrograma (contagem de hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio e concentração média de hemoglobina corpuscular), além da proteína total e da contagem total e diferencial de leucócitos.

Todas as análises foram realizadas manualmente, a partir de esfregaços sanguíneos corados com Panótico Rápido (Laborclin, Pinhais, PR, Brasil), fixados com metanol e analisados em microscópio óptico com objetiva de imersão (Nova Optical Systems, São Paulo, Brasil), conforme descrito por Chamings (2017). Os leucócitos foram classificados em: heterófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e basófilos.

A segunda alíquota (1,5 mL) foi acondicionada em tubo sem anticoagulante, centrifugada (3.500 rpm por 15 min a 4 °C), e o soro obtido foi armazenado a -80 °C para

posterior determinação das concentrações séricas de malondialdeído (MDA) e óxido nítrico (ON).

Estabilidade Oxidativa e Ensaio de Nitrito do Soro Sanguíneo

A estabilidade oxidativa foi avaliada pelo método dos TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico), com quantificação do malondialdeído (MDA), conforme metodologia de Buege e Aust (1978). As amostras foram incubadas com solução de TBRS a 0,67% em meio ácido, aquecidas em banho-maria a 95 °C por 30 min, resfriadas em gelo, centrifugadas e lidas a 532 nm em espectrofotômetro Biospectro SP-220® (Curitiba, Paraná, Brasil). Os resultados foram expressos em nanomoles por litro (nmol/L) e as análises realizadas em duplicata.

A concentração de óxido nítrico (ON) foi estimada indiretamente por meio da dosagem de nitrito, utilizando o método de Griess (Green et al., 1982). Em placas de 96 poços, 100 µL do sobrenadante foram incubados com 50 µL de sulfanilamida a 1% e 50 µL de naftilenodiamina a 0,1%, ambas em solução de ácido fosfórico a 2,5%. Após 10 min à temperatura ambiente, a absorbância foi lida a 550 nm em leitor de microplacas GloMax® Discover (Promega, EUA). A curva-padrão foi construída com soluções de nitrito de sódio.

Avaliação Morfométrica Intestinal

Aos 42 d, uma ave por unidade experimental (n = 32) foi eutanasiada por deslocamento cervical para coleta de fragmentos do duodeno (5 cm após o piloro) e do jejuno (região média entre o duodeno distal e o divertículo de Meckel). As amostras (~5 cm) foram lavadas com água destilada e fixadas em formol tamponado a 10% por 24 h.

Após fixação, os tecidos foram desidratados em soluções alcoólicas crescentes, clarificados em xilol e incluídos em parafina. Cortes histológicos (5 µm) foram obtidos em micrótomo (Leica RM2125 RTS, Microsystems, Wetzlar, Alemanha), montados em lâminas, desparafinados e corados com hematoxilina-eosina (HE), conforme Junqueira e Junqueira (1983).

As análises morfométricas seguiram Santis et al. (2022), utilizando microscópio óptico (Nova Optical Systems, São Paulo, Brasil). De cada lâmina viável, foram mensuradas 10 vilosidades, 10 criptas e 10 pontos da camada muscular, com auxílio do software ToupView® 3.7. As variáveis avaliadas incluíram altura e largura das vilosidades (AV, LV), altura e largura das criptas (AC, LC), perímetro das vilosidades (PV), espessura da camada muscular (MUS) e relação vilo:cripta (V:C).

Avaliação do Rendimento de Carcaça

Aos 35 d, duas aves por unidade experimental (n = 64) foram selecionadas com base no peso médio da parcela experimental. Após jejum alimentar de 8 h, com acesso à água, as aves foram pesadas e abatidas por deslocamento cervical, seguido de sangria, depenagem e evisceração, conforme diretrizes do CONCEA.

O rendimento de carcaça foi calculado com base no peso vivo pós-jejum. As carcaças evisceradas (sem vísceras, cabeça e pés) foram separadas em cortes comerciais (peito, coxa, sobrecoxa, asa e tulipa), que foram pesados individualmente em balança digital (± 1 g), previamente calibrada. As vísceras (fígado, coração e moela limpa) também foram pesadas, gordura abdominal e bursa de Fabricius.

Contagem de População Microbiana Cecal

Aos 42 d, uma ave por unidade experimental (n = 32) foi abatida para coleta de conteúdo cecal. Amostras de 1 g foram diluídas em solução salina estéril a 0,9%, e 100 μ L de cada diluição foram semeados em meios seletivos: ágar MacConkey (*Enterobacteriaceae* e coliformes), ágar EMB (*Escherichia sp.*) e ágar XLD (*Salmonella spp.*). As placas foram incubadas a 37 °C por 24 h em condições aeróbicas. As colônias características foram contadas e os resultados expressos em $\log_{10}$ UFC/g de digesta.

Medidas de Viabilidade Econômica

A análise de viabilidade econômica foi realizada conforme a metodologia de Togashi et

al. (2007), considerando exclusivamente os custos com alimentação, uma vez que os demais insumos e estruturas foram mantidos constantes entre os tratamentos. Os preços utilizados foram obtidos no mercado local de Teresina, Piauí, Brasil, durante o período experimental, conforme descrito na Tabela 1. O valor de venda adotado para frangos vivos foi de R\$ 6,10/kg, com base na cotação média de cooperativas da região Nordeste.

Foram calculados os seguintes indicadores econômicos: a Renda Bruta Média (RBM), obtida pela multiplicação do peso médio vivo (PMV) pelo preço de comercialização (PV); o Custo Médio de Alimentação (CMA), calculado com base no consumo médio de ração por ave em cada fase, multiplicado pelo custo da ração correspondente; a Margem Bruta Média (MBM), definida como a diferença entre a RBM e o CMA ($MBM = RBM - CMA$); a Rentabilidade Média (RM), determinada pela razão entre MBM e CMA ($RM = [MBM / CMA] \times 100$); e o Índice Relativo de Rentabilidade (IRR), obtido pela comparação entre a RM de cada tratamento e a do controle ($IRR = [RM_{trat} / RM_{controle}] \times 100$).

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à ANOVA unilateral, utilizando o procedimento GLM do software SAS® OnDemand for Academics. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Student–Newman–Keuls (SNK) a 5% de significância ($p \leq 0,05$), considerando-se tendência quando $0,05 < p \leq 0,10$.

Exceto para os parâmetros de MDA, óxido nítrico e população microbiana cecal, cujos resíduos foram avaliados quanto à normalidade (teste de Shapiro–Wilk) e à homogeneidade de variâncias (teste de Levene). Para atender aos pressupostos da ANOVA, aplicou-se a transformação Box–Cox para MDA ($\lambda = -0,3$) e óxido nítrico ($\lambda = -1,2$), e transformação $\log_{10}$ para a população microbiana cecal. Essas variáveis foram analisadas por ANOVA, seguidas do teste de Tukey HSD ($p \leq 0,05$), e as médias apresentadas correspondem aos valores na escala original.

RESULTADOS

Conforme apresentado na Tabela 3, no período de 1 a 35 d, o GP e o PMC foram influenciados pelos tratamentos ($p \leq 0,05$). A inclusão de 0,4% de OB resultou nos maiores valores de GP e PMC, estatisticamente semelhantes aos obtidos nos grupos controle e DSA + 0,8% OB. O grupo DSA + 0,0% OB apresentou os menores valores, diferindo significativamente do grupo com 0,4% de OB.

No período acumulado (1 a 42 d), o grupo suplementado com 0,4% de OB apresentou maior GP, estatisticamente semelhantes ao grupo controle com APC ($p > 0,05$). O grupo DSA + 0,0% OB registrou o menor GP, diferindo do grupo com 0,4%, mas sem diferença significativa em relação ao grupo com 0,8% OB. Não foram detectadas diferenças significativas para CR e CA em nenhum dos períodos avaliados ($p > 0,05$).

Conforme apresentado na Tabela 4, a suplementação com OB não resultou em alterações estatisticamente significativas nos parâmetros hematológicos ($p > 0,05$). Observou-se, tendência de aumento nos níveis de proteína total nos grupos com OB ($P = 0,09$).

A Tabela 5 apresenta os resultados dos parâmetros leucocitários e dos níveis séricos de ON e MDA sérico. As contagens de leucócitos totais, heterófilos, linfócitos e eosinófilos não diferiram entre os tratamentos ($p > 0,05$). Para os monócitos, observou-se uma tendência de diferença entre os grupos ($P = 0,10$).

Os níveis séricos de ON diferiram significativamente ($p = 0,03$): o grupo controle apresentou a maior concentração ($3,34 \mu\text{mol/L}$), enquanto o grupo com 0,4% de OB registrou o menor valor ($2,28 \mu\text{mol/L}$). Os grupos com 0,0% e 0,8% de OB apresentaram valores intermediários, estatisticamente semelhantes. As concentrações de MDA variaram entre 7,60 e $11,62 \mu\text{mol/L}$, sem diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$), embora valores numericamente menores tenham sido observados com a inclusão de OB.

Na morfometria intestinal (Tabela 6), a AC no duodeno diferiu significativamente entre os tratamentos ($p = 0,02$). Os grupos suplementados com 0,4% e 0,8% de OB apresentaram menores valores de AC, estatisticamente semelhantes ao grupo controle. O grupo DSA + 0,0% OB apresentou maior profundidade de cripta, diferindo dos demais. No jejuno, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as variáveis analisadas.

Os valores de rendimento de carcaça e os pesos relativos dos cortes e órgãos (Tabela 7) não diferiram entre os tratamentos ($p > 0,05$). Quanto à população microbiana cecal (Tabela 8), não foram identificadas diferenças significativas para *Enterobacteriaceae*, *Escherichia spp.*, coliformes totais ou *Salmonella spp.* entre os grupos avaliados ($p > 0,05$).

A análise de viabilidade econômica (Tabela 9) indicou efeito dos tratamentos sobre o CMA, MBM, RM e IRR ($p \leq 0,05$). O CMA foi mais elevado no grupo com 0,8% de OB. Esse mesmo grupo apresentou os menores valores de MBM, RM e IRR em comparação aos demais. Os grupos: controle com APC e 0,4% de OB apresentaram valores estatisticamente semelhantes para todos os parâmetros, enquanto a RBM não diferiu entre os tratamentos ($p > 0,05$).

DISCUSSÃO

Desempenho produtivo

Apesar de as condições ambientais permanecerem dentro da faixa considerada tolerável para frangos de corte em clima quente, o peso corporal final foi inferior ao esperado para a linhagem. Isso sugere que, mesmo dentro de limites aceitáveis, fatores ambientais como calor crônico ou flutuações térmicas podem ter contribuído para a redução do desempenho produtivo (Lara e Rostagno, 2013).

A inclusão de 0,4% de OB na dieta promoveu aumento nos valores de ganho de peso (7,63%) e peso médio corporal (5,69%) aos 35 dias, em comparação ao grupo sem

antibiótico e sem OB. A conversão alimentar foi 1,85% inferior, embora sem diferença estatística significativa. O desempenho produtivo desse grupo foi superior ao grupo negativo e estatisticamente semelhante ao grupo controle positivo, sugerindo manutenção da resposta zootécnica mesmo sob desafio sanitário. Estudos prévios relataram resultados promissores com níveis entre 0,4% e 0,45% de OB (Carvalho et al., 2024).

Essa resposta tem sido atribuída à composição lipídica do OB, destacando-se o ácido oleico como principal ácido graxo monoinsaturado, além de compostos com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (Brelaz et al., 2024). Foi também relatado que esses compostos podem favorecer a integridade intestinal e a digestibilidade dos nutrientes. A indução da atividade de enzimas digestivas, como a α -amilase, também pode estar envolvida nesse processo (Hashemipour et al., 2013; Oliveira et al., 2020). Ceylan et al. (2024) observaram respostas semelhantes com aditivos fitogênicos.

Durante o período de 1 a 42 d, observou-se incremento de 7,65% no GP com 0,4% de OB em relação a DSA + 0,0% OB, sem alteração significativa no CR e CA. A ausência de efeitos significativos sobre o consumo e a CA pode estar relacionada à adaptação metabólica das aves ou à interação com a composição dietética e fatores ambientais (Lee et al., 2003). Efeitos comparáveis também foram reportados com o uso de óleo de copaíba, cuja composição apresenta semelhanças funcionais (Noleto et al., 2018).

Os ácidos graxos poli-insaturados p, como linoleico, α -linolênico e araquidônico, podem estar envolvidos na modulação de vias inflamatórias e metabólicas, além de influenciar a absorção intestinal (Alagawany et al., 2019; Marcelino et al., 2022), favorecendo a síntese proteica e lipídica, e consequentemente o ganho de peso do animal.

A inclusão de 0,8% de OB não promoveu efeito adicional nos parâmetros avaliados. Santis et al. (2022) também relataram ausência de efeito com níveis superiores, hipótese que

pode estar relacionada a limiares fisiológicos de absorção ou ativação de mecanismos homeostáticos.

Avaliação dos parâmetros hematológicos e leucocitários

Os parâmetros hematológicos refletem o estado fisiológico e metabólico das aves e respondem a alterações nutricionais e sanitárias (Arise et al., 2009). A suplementação com OB não promoveu alterações significativas nos parâmetros hematológicos aos 42 dias, resultado compatível com dados prévios envolvendo o mesmo aditivo (Dourado et al., 2025) e outros óleos vegetais funcionais (Tzora et al., 2021).

Embora o volume globular médio não tenha diferido estatisticamente entre os grupos, os tratamentos com 0,4% e 0,8% de OB resultaram em aumentos de 4,54% e 4,83%, respectivamente, em comparação ao grupo sem aditivos. Esse comportamento pode indicar maior integridade eritrocitária e eficiência na eritropoiese, possivelmente associadas à ação antioxidante do β -caroteno, que participa da homeostase do ferro e da maturação de hemácias (Aquino et al., 2023; Imam et al., 2017).

Antioxidantes naturais demonstraram potencial para reduzir a fragmentação eritrocitária, melhorar os parâmetros hematológicos e atenuar alterações morfológicas induzidas por infecções bacterianas (Pérez-Rosés et al., 2015; Surai et al., 2019), sustentando a relevância desses achados, mesmo sob desafio sanitário.

Também foi observada tendência de aumento na concentração de proteína total com a inclusão de 0,4% e 0,8% de óleo de buriti (4,35% e 4,93%, respectivamente), em comparação ao grupo sem aditivos. Esse efeito pode indicar ação hepatoprotetora e antioxidante do óleo, contribuindo para atenuar a redução de proteínas plasmáticas associada ao estresse entérico (de Santos Moraes et al., 2022; Santamarina et al., 2021). A menor concentração observada no grupo sem aditivos pode refletir redução da digestibilidade proteica e da absorção de aminoácidos em condições sanitárias adversas (Pirgozliev et al., 2019). Tóthová et al. (2019)

destacam que alterações nas concentrações plasmáticas de proteínas refletem tanto o conteúdo dietético quanto a integridade do trato gastrointestinal.

O MDA é um marcador da peroxidação lipídica amplamente utilizado na avaliação do estresse oxidativo em tecidos biológicos pelo método de TBARS (Katsanidis & Zampouni, 2023). Neste estudo, os níveis séricos de MDA foram numericamente menores nos grupos suplementados com OB, embora sem diferença estatística entre os tratamentos.

O grupo controle apresentou a maior concentração (11,62 $\mu\text{mol/L}$), enquanto o grupo com 0,8% de OB registrou o menor valor (7,60 $\mu\text{mol/L}$), o que corresponde a uma redução de 34,6%. Resultados semelhantes foram observados por Cruvinel et al. (2023), que relataram redução de 42,5% na concentração sérica de MDA em frangos de corte submetidos a desafio por estresse térmico e suplementados com 0,6% de óleo de pequi.

Essa resposta pode ser atribuída à ação antioxidante dos tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos do OB, que neutralizam espécies reativas de oxigênio (Aquino et al., 2023; Rodrigues et al., 2024). Estudos anteriores também relataram menor peroxidação lipídica e preservação da estabilidade oxidativa em tecidos de animais suplementados com OB (M. U. Barbosa et al., 2017; de Santos Moraes et al., 2022).

Esses efeitos foram evidenciados mesmo sob desafio sanitário, sugerindo que o OB contribuiu para a integridade das hemácias e para a redução da fragmentação celular. Shi et al. (2024) relataram aumento de MDA e hemólise em frangos expostos ao lipopolissacarídeo bacteriano, reforçando a associação entre estresse inflamatório e dano celular.

Estudos conduzidos com desafios sanitários mais intensos, como a inoculação com *Escherichia coli*, relataram concentrações séricas de MDA superiores a 20 $\mu\text{mol/L}$ (Bi et al., 2022). Diferenças nos protocolos experimentais, intensidade do estressor e tempo de exposição podem influenciar as respostas oxidativas observadas (Xing et al., 2021).

O ON é um mediador pró-inflamatório sintetizado principalmente pela isoforma induzível da óxido nítrico sintase (iNOS), cuja expressão é intensificada em processos infecciosos e inflamatórios, sendo amplamente utilizado como indicador de inflamação sistêmica (Gunnnett et al., 2005).

Em situações de desafio sanitário, como a exposição a patógenos entéricos, sua produção tende a se intensificar. Isso resulta em ativação imunológica exacerbada e pode causar danos teciduais. No presente estudo, os níveis séricos de ON foram significativamente menores nas aves suplementadas com 0,4 % de OB, sugerindo um possível efeito modulador sobre a resposta inflamatória.

Tal resposta também foi observada em modelos murinos, nos quais o OB reduziu a expressão de iNOS e a produção de ON, efeito associado à sua composição rica em tocoferóis, β -caroteno e compostos fenólicos, como a quercetina (Rodrigues et al., 2024). Tais bioativos atuam predominantemente pela inibição da via de sinalização NF- κ B, amplamente ativada durante desafios sanitários (Gupta et al., 2010; Ungurianu et al., 2021).

A supressão dessa via reduz a transcrição do gene da iNOS, limitando a síntese de ON (Latief et al., 2018). A modulação dos mecanismos está associada à redução do estresse oxidativo e da ativação de mediadores pró-inflamatórios, como TNF- α e IL-6, preservando a integridade tecidual e a função celular (Santamarina et al., 2021). Tais compostos também contribuem para a neutralização de espécies reativas de oxigênio, prevenindo a peroxidação lipídica e atenuando processos inflamatórios.

Em frangos suplementados com antioxidantes, a redução do ON tem sido associada à menor ativação de vias inflamatórias e à preservação da integridade celular frente ao estresse oxidativo (Imam et al., 2017; Jazi et al., 2020). A da resposta também pode ser modulada por fatores como intensidade do desafio sanitário, biodisponibilidade dos compostos e período experimental.

A contagem total de leucócitos variou de 42.650 a 51.738 células/ μ L, valores superiores à faixa de referência para frangos aos 42 dias de idade (11.900–28.720 células/ μ L) (Almosny et al., 1998), o que pode refletir ativação imune frente ao desafio sanitários. No grupo sem aditivos, a contagem foi cerca de 21% superior, enquanto nos grupos com OB houve atenuação dessa resposta. Embora sem significância estatística, os monócitos apresentaram redução de 34% no grupo com 0,8% de OB em relação ao 0,0%.

O OB tem demonstrado potencial imunomodulador em estudos in vitro, com estímulo à atividade fagocitária, associado à presença de tocoferóis, tocotrienóis e carotenoides (Cruz et al., 2020; Latief et al., 2018). Carvalho (2019) relatou redução de leucócitos totais em aves suplementadas com 0,4% de OB, enquanto Dourado et al. (2025) observaram redução nos linfócitos com níveis entre 1% e 2%.

A divergência desses resultados pode refletir o tipo de desafio, dose, duração ou fase produtiva. Outros aditivos naturais, como canela, tomilho e orégano, também demonstraram efeito variável sobre os leucócitos (Puvayca & Tufarelli, 2022; Saied et al., 2022). Em contrapartida, Khattak et al. (2014) não observaram alterações, sugerindo rápida metabolização dos compostos bioativos.

O ácido linoleico, presente no OB em concentração 1,88% (Dourado et al., 2025), é um ácido graxo poli-insaturado essencial com função imunomoduladora reconhecida em frangos (Pinto et al., 2014; Tufarelli et al., 2016). No entanto, os principais ácidos graxos do OB, oleico (~78%) e palmítico (~18,56%), apresentam maior relevância funcional neste contexto. A combinação desses ácidos reduz mediadores pró-inflamatórios e promove efeitos antifúngicos em modelos murinos e celulares (Charlet et al., 2022).

O ácido palmítico também demonstrou ação anti-inflamatória em *Danio rerio* com candidíase sistêmica, com melhora na sobrevivência e redução da carga fúngica (Prasath et al., 2021). A ausência de efeito estatístico nos parâmetros hematológicos pode estar

relacionada à baixa sensibilidade dessas variáveis, ao manejo adequado e à estabilidade fisiológica das aves (K. W. Lee et al., 2003; Youssef et al., 2023).

Morfometria intestinal

A morfometria intestinal é regulada por vias de sinalização que controlam a proliferação e diferenciação epitelial, entre as quais Wnt/ β -catenina e Notch se destacam como centrais para a manutenção da arquitetura das vilosidades e criptas (Gehart & Clevers, 2019; Van Der Flier & Clevers, 2009). A via Wnt promove a renovação de células-tronco nas criptas, enquanto a Notch direciona a diferenciação de linhagens celulares ao longo das vilosidades (Pu et al., 2021).

A inclusão de OB reduziu a profundidade das criptas do duodeno, sem alterar a altura ou a largura das vilosidades. Criptas mais rasas indicam menor atividade proliferativa epitelial e podem refletir integridade estrutural e funcional da mucosa (Dai et al., 2022).

No grupo sem aditivos, observou-se maior profundidade criptal, possivelmente decorrente da disbiose e inflamação local induzidas pelo desafio sanitário, que aceleram a renovação epitelial e promovem hiperplasia das criptas (Nanto-Hara et al., 2020). Foi demonstrado que desafios entéricos modulam negativamente as vias de sinalização envolvidas na homeostase intestinal, como Wnt/ β -catenina e Notch, resultando em alterações na proliferação e diferenciação celular (Khoramjoo et al., 2022; L. Zheng et al., 2022).

Achados semelhantes foram relatados em frangos infectados com *Salmonella Pullorum*, nos quais o aumento da profundidade criptal foi associado à ativação exacerbada da via Wnt (Xie et al., 2020). De forma análoga, em modelos de enterite necrótica induzida por *Clostridium perfringens* e *Eimeria maxima*, observaram-se achatamento das vilosidades e redução da expressão de Hes1, componente da via Notch, alterações compatíveis com prejuízo à diferenciação celular (Pietruk et al., 2025).

Já os grupos tratados com 0,4 e 0,8% de OB apresentaram valores intermediários, compatíveis com efeito morfoprotetor moderado frente à inflamação enteral. Resultados semelhantes foram relatados por Dourado et al. (2025), que observaram redução na profundidade das criptas no duodeno de frangos suplementados com 1,0% de OB, sem alterações na altura ou largura das vilosidades. Ferket et al. (2020) relataram efeito semelhante em perus desafiados com coccidiose e tratados com óleos de mamona e caju (0,15%) em dietas isentas de antibióticos. Moraes et al. (2023) também observaram redução da profundidade criptal em frangos desafiados com *Eimeria spp.* e suplementados com óleos funcionais (0,10–0,15%) em substituição aos APC.

Em contraste, Santis et al. (2022) observaram aumento na profundidade criptal com níveis mais altos de OB (1,5%), possivelmente como resposta adaptativa à alta concentração de compostos bioativos. A redução da profundidade criptal observada neste estudo reforça o potencial do OB como aditivo funcional, com capacidade de preservar a estrutura histológica intestinal mesmo sob condições sanitárias adversas

Rendimento de carcaça

A suplementação com óleo de OB não resultou em alterações significativas no rendimento de carcaça, nem nos pesos relativos dos cortes comerciais ou órgãos viscerais aos 35 dias. Resultados semelhantes foram descritos por Carvalho et al. (2024) e Dourado et al. (2025), que também não observaram alterações nas características de carcaça com o uso de OB (0,2 – 0,8%) em níveis moderados.

Por outro lado, Santis et al. (2022) relataram redução no rendimento de carcaça com a inclusão de até 1,5% de OB, associando esse efeito à substituição do óleo de soja e à maior concentração de ácido oleico na dieta. No presente estudo, os níveis testados foram inferiores aos aplicados por esses autores, o que pode explicar a ausência de alterações observadas.

A estabilidade nos pesos relativos do fígado e da gordura abdominal indica que a inclusão de OB não promoveu alterações relevantes no metabolismo lipídico ou hepático, mesmo sob desafio sanitário. Esses resultados estão alinhados à literatura que demonstra boa tolerância de frangos a óleos funcionais com alta digestibilidade e propriedades anti-inflamatórias (Iqbal et al., 2021; Murakami et al., 2014; Pirgozliev et al., 2019).

População microbiana cecal

A disbiose intestinal, comum sob desafio sanitário, compromete a integridade epitelial e favorece a colonização por patógenos entéricos, como *Escherichia coli* e *Salmonella spp.* (Jazi et al., 2020). Compostos fenólicos, como a quercetina presente no OB, apresentam reconhecida atividade antimicrobiana e moduladora da microbiota, estimulando *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e inibindo microrganismos patogênicos (Obianwuna et al., 2024). A quercetina, presente no OB em concentração de 1,75%, é um dos compostos bioativos com propriedades antimicrobianas e moduladoras da microbiota, com relatos de estímulo ao crescimento de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, além de inibição de patógenos como *Salmonella spp.*, *E. coli* e *Staphylococcus aureus* (Abdel-Latif et al., 2021).

A inclusão de 0,04% de quercetina favoreceu o crescimento de *Lactobacillus* no ceco e restaurou o equilíbrio redox em frangos alimentados com óleo de soja oxidado (Dong et al., 2020a). De forma semelhante, os compostos bioativos do OB, como flavonoides, tocoferóis, carotenoides e ácidos graxos, podem modular o ambiente intestinal e exercer efeito antimicrobiano indireto. No presente estudo, a inclusão de 0,8% de OB reduziu numericamente *Enterobacteriaceae* (–42,2%), coliformes totais (–41,5%), *Salmonella spp.* (–36,3%) e *Escherichia spp.* (–21,5%) em comparação ao grupo sem aditivos.

Os aditivos fitogênicos atuam na modulação do metabolismo microbiano intestinal. Moraes et al. (2023) identificaram que a suplementação com óleos funcionais em frangos

desafiados com *Eimeria spp.* ativou vias metabólicas relacionadas a terpenos, lipídios e nucleotídeos, e reduziu *Clostridium perfringens*. A atividade antimicrobiana do OB está relacionada à desorganização da membrana bacteriana, ao aumento da permeabilidade celular e à inibição de enzimas essenciais, como ATPases e DNA girase (Faradilla et al., 2020; Silvan et al., 2020). Estudos in vitro confirmam a inibição de *E. coli* e *Salmonella spp.* pelo OB (Batista et al., 2012; Monteiro et al., 2019).

Resultados semelhantes foram descritos por Tolomeotti et al. (2024) e Obianwuna et al. (2024) que verificaram efeito seletivo de óleos funcionais combinados a taninos e ácidos orgânicos sobre *enterobactérias* e clostrídios em aves submetidas a desafio entérico. Speranza et al. (2015) demonstraram que emulsões contendo OB, caracterizadas por maior tamanho de gotículas, inibiram *E. coli*, evidenciando sua atividade antimicrobiana em diferentes formas de aplicação.

Medidas de viabilidade econômica

A inclusão de 0,4% de OB na dieta manteve a viabilidade econômica dos lotes mesmo sob desafio sanitário. Os indicadores observados (MBM de R\$ 3,82 e IRR de 85,61%) foram estatisticamente semelhantes aos do grupo controle com APC (MBM de R\$ 4,18; IRR de 100,25%). O CMA foi 6,99% superior, sem prejuízo à rentabilidade final. Por outro lado, o nível de 0,8% de OB elevou significativamente o custo da dieta (CMA de R\$ 14,64) e reduziu os indicadores de retorno econômico (MBM de R\$ 2,89; IRR de 63,08%), o que indica perda de eficiência econômica.

Esse resultado está alinhado com observações de Carvalho et al. (2024), que relataram redução na rentabilidade com níveis mais elevados de OB, e com estudos que avaliaram os efeitos de óleos de linhaça e coco em frangos de corte (I. L. B. Fernandes et al., 2023; Hassanein et al., 2024). O OB possui atividade antioxidante semelhante à de óleos vegetais

como linhaça, coco, pequi, bocaiúva, orégano e alecrim. Seu teor de α -tocoferol e carotenoides permite reduzir a inclusão de vitamina E sintética na dieta (Karadas et al., 2016).

Embora o custo do OB seja superior ao do óleo de soja, é inferior ao de antimicrobianos sintéticos como o Halquinol, configurando alternativa economicamente viável. A substituição de APC por OB reduz o risco de resíduos e resistência microbiana e agrega valor ao produto final, atendendo nichos voltados à produção sustentável e à carne com apelo “clean label”.

O uso do OB sob manejo sustentável amplia sua viabilidade comercial e fortalece cadeias produtivas regionais de baixo impacto ambiental, especialmente na Amazônia, Cerrado e Nordeste. Assim, o OB constitui uma alternativa funcional que combina desempenho produtivo, estabilidade oxidativa e valorização de produtos com atributos de saúde e sustentabilidade.

A inclusão de 0,4% pode ser realizada diretamente na ração ou por meio de emulsões, microencapsulados ou pré-misturas secas, desde que garantida a estabilidade da mistura (B. Fernandes et al., 2024). Esse nível já é aplicado e validado quanto à eficiência produtiva e econômica (Carvalho et al., 2024), semelhante às práticas adotadas para outros óleos funcionais utilizados em dietas de aves.

Aplicabilidade prática e industrial

A inclusão de 0,4% de óleo de buriti manteve o desempenho produtivo e os indicadores econômicos em níveis equivalentes aos observados com o uso de antibiótico promotor de crescimento, sob desafio sanitário. Essa estratégia apresenta aplicabilidade em sistemas de menor escala produtiva ou voltados a mercados que demandam dietas formuladas com aditivos naturais.

A adoção em larga escala dependerá da ampliação da oferta comercial e da padronização da qualidade do insumo. Adicionalmente, o óleo de buriti pode ser incorporado

a programas de produção diferenciada, como sistemas sem antibióticos, agroecológicos ou com certificações de bem-estar animal, que demandam insumos naturais e de origem regional.

CONCLUSÃO

A inclusão de 0,4% de óleo de buriti resultou em desempenho produtivo semelhante ao do grupo tratado com antibiótico promotor de crescimento, sob desafio sanitário. Os parâmetros hematológicos, a morfometria intestinal, o rendimento de carcaça e os indicadores econômicos foram preservados. Foram observadas reduções nos níveis séricos de MDA, óxido nítrico e contagens de bactérias entéricas. Nas condições testadas, o óleo de buriti pode ser utilizado como aditivo funcional em dietas isentas de APC para frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, com maior aplicabilidade em sistemas produtivos de menor escala ou voltados a mercados que demandam produtos naturais.

REFERÊNCIAS

- Abdel-Latif, M. A., Elbestawy, A. R., El-Far, A. H., Noreldin, A. E., Emam, M., Baty, R. S., Albadrani, G. M., Abdel-Daim, M. M., & El-Hamid, H. S. A. (2021). Quercetin dietary supplementation advances growth performance, gut microbiota, and intestinal mrna expressiogenes in broiler chickens. *Animals*, 11(8), 2302. <https://doi.org/10.3390/ani11082302>
- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. In *Animals* (Vol. 11, Issue 12, p. 3471). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani11123471>
- Abudabos, A. M., Alyemni, A. H., Dafalla, Y. M., & Khan, R. U. (2018). The effect of phytogenics on growth traits, blood biochemical and intestinal histology in broiler chickens exposed to *Clostridium perfringens* challenge. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 691–695. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1383258>
- Aidara-Kane, A., Angulo, F. J., Conly, J., Minato, Y., Silbergeld, E. K., McEwen, S. A., Collignon, P. J., Balkhy, H., Collignon, P., Friedman, C., Hollis, A., Kariuki, S., Kwak, H. S., McEwen, S., Moulin, G., Ngandjio, A., Rollin, B., Rossi, F., & Wallinga, D. (2018). World Health Organization (WHO) guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13756-017-0294-9>
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Taha, A. E., Tiwari, R., Iqbal Yatoo, M., Bhatt, P., Khurana, S. K., & Dhama, K. (2019). Omega-3 and omega-6 fatty acids in poultry nutrition: Effect on production performance and health. *Animals*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/ani9080573>

- Almosny, N. R. P., Silva, K. de P., Melo, D. L. da S., Vasconcelos, T. C. de, & Monteiro, A. de O. (1998). Hematologia de aves: Valores normais em hemograma de mutum de Alagoas (Mitu mitu). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 5(3), 119–122. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2015.116>
- Amaral, A. B., Solva, M. V. Da, & Lannes, S. C. D. S. (2018). Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors - a review. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38, 1–15. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>
- Apostolakos, I., Laconi, A., Mughini-Gras, L., Yapicier, Ö. Ş., & Piccirillo, A. (2021). Occurrence of Colibacillosis in Broilers and Its Relationship With Avian Pathogenic Escherichia coli (APEC) Population Structure and Molecular Characteristics. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(September), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.737720>
- Aquino, J. D. S., Batista, K. S., Araujo-silva, G., Coutinho, D., Guzm, C., Magnani, M., & Pontes, C. N. De. (2023). *Antioxidant and Lipid-Lowering Effects of Buriti Oil*.
- Arantes, M. V. C., & Günther, W. M. R. (2023). the Best Sustainable Practices for Chemical Waste Management in Public Higher Education Institutions. *Quimica Nova*, 46(7), 724–730. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230034>
- Arise, R. O., Adebayo, J. O., & Igundu, A. (2009). Effects of aqueous extract of Eucalyptus globulus on lipid peroxidation and selected enzymes of rat liver. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(2), 077–081.
- Aryal, B., Kwakye, J., Ariyo, O. W., Ghareeb, A. F. A., Milfort, M. C., Fuller, A. L., Khatiwada, S., Rekaya, R., & Aggrey, S. E. (2025). Major Oxidative and Antioxidant Mechanisms During Heat Stress-Induced Oxidative Stress in Chickens. *Antioxidants*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/antiox14040471>
- Ávila, M. A. de, Nunes, Y. R. F., Souza, C. S., Machado, A. de O., Mazzottini-dos-Santos, H. C., Ribeiro, L. M., Santos, R. M. dos, & de Azevedo, I. F. P. (2023). Local environment contributes to shape phenological patterns in *Mauritia flexuosa* L.f. *Forest Ecology and Management*, 545(July), 0–2. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121252>
- Awad, W. A., Hess, C., & Hess, M. (2017). Enteric pathogens and their toxin-induced disruption of the intestinal barrier through alteration of tight junctions in chickens. In *Toxins* (Vol. 9, Issue 2, p. 60). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/toxins9020060>
- Baldi, G., Soglia, F., & Petracci, M. (2020). Current Status of Poultry Meat Abnormalities. *Meat and Muscle Biology*, 4(2), 4–5. <https://doi.org/10.22175/mmb.9503>
- Bao, T., Yao, J., Zhou, S., Ma, Y., Dong, J., Zhang, C., & Mi, Y. (2022). Naringin prevents follicular atresia by inhibiting oxidative stress in the aging chicken. *Poultry Science*, 101(7), 101891. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101891>
- Barbosa, M. U., Silva, M. D. A., Barros, E. M. L., Barbosa, M. U., De Sousa, R. C., Lopes, M. A. D. C., & Coelho, N. P. M. D. F. (2017). Topical action of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) in myositis induced in rats. *Acta Cirurgica Brasileira*, 32(11), 956–963. <https://doi.org/10.1590/s0102-865020170110000007>
- Barbosa, N. A. A., Sakomura, N. K., Oviedo-Rondón, E. O., Bonato, M. A., Kawauchi, I. M., Dari, R. L., & Fernandes, J. B. K. (2011). Mananoligossacarídeos em dietas para frangos de corte. *Ciência Rural*, 41(12), 2171–2176. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782011001200021>
- Barboza, N. L., Cruz, J. M. dos A., Corrêa, R. F., Lamarão, C. V., Lima, A. R., Inada, N. M., Sanches, E. A., Bezerra, J. de A., & Campelo, P. H. (2022). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.): An Amazonian fruit with potential health benefits. *Food Research International*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111654>
- Basiouni, S., Tellez-Isaias, G., Latorre, J. D., Graham, B. D., Petrone-Garcia, V. M., El-Seedi, H. R., Yalçın, S., El-Wahab, A. A., Visscher, C., May-Simera, H. L., Huber, C., Eisenreich, W., & Shehata, A. A. (2023). Anti-Inflammatory and Antioxidative

- Phytogenic Substances against Secret Killers in Poultry: Current Status and Prospects. *Veterinary Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/vetsci10010055>
- Basit, M. A., Kadir, A. A., Loh, T. C., Aziz, S. A., Salleh, A., Zakaria, Z. A., & Idris, S. B. (2020). Comparative efficacy of selected phytobiotics with halquinol and tetracycline on gut morphology, ileal digestibility, cecal microbiota composition and growth performance in broiler chickens. *Animals*, 10(11), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ani10112150>
- Batista, S., Olinda, R. G., Medeiros, V. B., Rodrigues, C. M. F., Oliveira, A. F., Paiva, E. S., Freitas, C. I. A., & da Cunha Medeiros, A. (2012). Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. *Ciencia Rural*, 42(1), 136–141. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000100022>
- Bess, F., Favero, A., Vieira, S. L., & Torrent, J. (2012). The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(3), 567–578. <https://doi.org/10.3382/JAPR.2011-00481>
- Bi, S., Qu, Y., Shao, J., Zhang, J., Li, W., Zhang, L., Ni, J., & Cao, L. (2022). Ginsenoside Rg3 Ameliorates Stress of Broiler Chicks Induced by *Escherichia coli* Lipopolysaccharide. *Frontiers in Veterinary Science*, 9(April), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.878018>
- Bilal, R. M., Liu, C., Zhao, H., Wang, Y., Farag, M. R., Alagawany, M., Hassan, F. U., Elnesr, S. S., Elwan, H. A. M., Qiu, H., & Lin, Q. (2021). Olive Oil: Nutritional Applications, Beneficial Health Aspects and its Prospective Application in Poultry Production. *Frontiers in Pharmacology*, 12(August), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.723040>
- Blasi, F., Urbani, E., Simonetti, M. S., Chiesi, C., & Cossignani, L. (2016). Seasonal variations in antioxidant compounds of *Olea europaea* leaves collected from different Italian cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89, 202–207. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.025>
- Bonos, E., Skoufos, I., Giannenas, I., Fotou, K., Sidiropoulou, E., Tsiftoglou, O., Lazari, D., Galamatis, D., Stylianaki, I., & Tzora, A. (2022). Augmenting broiler diets with essential oils affects growth, intestinal microbiota and morphology, and meat quality. *South African Journal of Animal Science*, 52(4), 506–520. <https://doi.org/10.4314/sajas.v52i4.11>
- Bosetti, G. E., Griebler, L., Aniecevski, E., Facchi, C. S., Baggio, C., Rossatto, G., Leite, F., Valentini, F. D. A., Santo, A. D., Pagnussatt, H., Boiago, M. M., & Petrolli, T. G. (2020). Microencapsulated carvacrol and cinnamaldehyde replace growth-promoting antibiotics: Effect on performance and meat quality in broiler chickens. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 92(3), 1–14. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020200343>
- Branciarri, R., Galarini, R., Giusepponi, D., Trabalza-Marinucci, M., Forte, C., Roila, R., Miraglia, D., Servili, M., Acuti, G., & Valiani, A. (2017). Oxidative status and presence of bioactive compounds in meat from chickens fed polyphenols extracted from olive oil industry waste. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9), 1566. <https://doi.org/10.3390/su9091566>
- Brelaz, K. C. B. T. R., Cruz, F. G. G., Rufino, J. P. F., Brasil, R. J. M., Silva, A. F., Costa, V. R., & Santos, A. N. de A. (2024). Apparent digestibility of fish waste oil in diets for laying hens. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 46. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.66788>
- Buege, J. A., & Aust, S. D. (1978). Microsomal Lipid Peroxidation. *Methods in Enzymology*, 52(C), 302–310. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(78\)52032-6](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(78)52032-6)
- Calder, P. C. (2017). Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: From molecules to

- man. In *Biochemical Society Transactions* (Vol. 45, Issue 5, pp. 1105–1115). Portland Press Ltd. <https://doi.org/10.1042/BST20160474>
- Çalışlar, S. (2019). The Important of Beta Carotene on Poultry Nutrition. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 33(3), 252–259. <https://doi.org/10.15316/sjafs.2019.185>
- Cartoni Mancinelli, A., Baldi, G., Soglia, F., Mattioli, S., Sirri, F., Petracci, M., Castellini, C., & Zampiga, M. (2023). Impact of chronic heat stress on behavior, oxidative status and meat quality traits of fast-growing broiler chickens. *Frontiers in Physiology*, 14(September), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1242094>
- Carvalho, F. L. A. (2019). *Óleo de buriti como alternativa aos antibióticos melhoradores de desempenho em dietas para frangos de corte*.
- Carvalho, F. L. A., Lopes, P. M., Moura, F. A. S., Dourado, L. B. R., De Souza, R. G., Feitoza, A. C., De Oliveira, A. N., & Biagiotti, D. (2024). Buriti oil as an alternative to the use of antimicrobials in broiler diets. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 96(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230577>
- Çenesiz, A. A., & Çiftci. (2020). Modulatory effects of medium chain fatty acids in poultry nutrition and health. In *World's Poultry Science Journal* (Vol. 76, Issue 2, pp. 234–248). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1739595>
- Ceylan, N., Bortoluzzi, C., Gunturkun, O., & Perez-Calvo, E. (2024). Comparative effects of dietary muramidase and phytogenics on the growth performance and gastrointestinal functionality of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(10), 104147. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104147>
- Chamings, A. (2017). *Construction and Evaluation of a Low-cost Haematology Slide-scanning Robot*. 74–81.
- Chang, W. Y., & Yu, Y. H. (2022). Effect of Bacillus species–fermented products and essential oils on growth performance, gut morphology, cecal short-chain fatty acid levels, and microbiota community in broilers. *Poultry Science*, 101(8), 101970. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101970>
- Charlet, R., Le Danvic, C., Sendid, B., Nagnan-Le Meillour, P., & Jawhara, S. (2022). Oleic Acid and Palmitic Acid from Bacteroides thetaiotaomicron and Lactobacillus johnsonii Exhibit Anti-Inflammatory and Antifungal Properties. *Microorganisms*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091803>
- Chen, X., Zeng, D., Zeng, X., & Zeng, Q. (2024). Effects of Complex Antioxidants Added to Chicken Diet on Growth Performance, Serum Biochemical Indices, Meat Quality, and Antioxidant Capacity. *Animals*, 14(3), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ani14030360>
- Chinivasagam, H. N., Estella, W., Rodrigues, H., Mayer, D. G., Tran, T., Onysk, A., Weyand, C., Diallo, I., & Billington, C. (2022). Re-used or New Bedding Are Not Drivers of Salmonella Levels and Serovar Emergence in Commercially Farmed Broilers in Australia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(February), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.816181>
- Choi, J., Kong, B., Bowker, B. C., Zhuang, H., & Kim, W. K. (2023). Nutritional Strategies to Improve Meat Quality and Composition in the Challenging Conditions of Broiler Production: A Review. *Animals*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/ani13081386>
- Contini, J., Schmidt, J., Gonçalves, D., Baldo, J., Fernandes, J. I. M., & Torrent, J. (2020). Supplementation of antibiotic growth promoters versus supplementation of functional oils in broiler breeders: Performance and offspring effects. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(4), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1235>
- Costa, T. F., Gouveia, A. B. V. S., Nunes, F. C., Sampaio, S. A., Silva, N. G. D. da, Abreu, J. M. de, Júnior, E. M. de A., Costa, K. O., Feitosa, T. J. de O., Paulo, L. M. de, Souza, C. S., Minafra-Rezende, C. S., Santos, F. R. dos, & Minafra, C. S. (2020). Aditivos fitogênicos: óleos essenciais para frangos de corte - revisão. *Research, Society and*

- Development*, 9(3), e14932325. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2325>
- Cruvinel, J. M., Groff Urayama, P. M., Oura, C. Y., de Lima Krenchinski, F. K., dos Santos, T. S., de Souza, B. A., Kadri, S. M., Correa, C. R., Sartori, J. R., & Pezzato, A. C. (2023). Pequi Oil (*Caryocar brasiliense* Camb.) Attenuates the Adverse Effects of Cyclical Heat Stress and Modulates the Oxidative Stress-Related Genes in Broiler Chickens. *Animals*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/ani13121896>
- Cruz, M. B., Oliveira, W. da S., Araújo, R. L., Honório França, A. C., & Pertuzatti, P. B. (2020). Buriti (*Mauritia Flexuosa* L.) pulp oil as an immunomodulator against enteropathogenic *Escherichia coli*. *Industrial Crops and Products*, 149(February), 112330. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112330>
- Cunha, M. A. E., Neves, R. F., Souza, J. N. S., França, L. F., Araújo, M. E., Brunner, G., & MacHado, N. T. (2012). Supercritical adsorption of buriti oil (*Mauritia flexuosa* Mart.) in γ -alumina: A methodology for the enriching of anti-oxidants. *Journal of Supercritical Fluids*, 66, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2011.10.021>
- da Rosa, G., Alba, D. F., Silva, A. D., Gris, A., Mendes, R. E., Mostardeiro, V. B., Lopes, T. F., Schetinger, M. R. C., Stefani, L. M., Lopes, M. T., Boiago, M. M., & da Silva, A. S. (2020). Impact of *Escherichia coli* infection in broiler breeder chicks: The effect of oxidative stress on weight gain. *Microbial Pathogenesis*, 139, 103861. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103861>
- da Silva, B. S. F., Ferreira, N. R., Chisté, R. C., & Alves, C. N. (2024). Determination of Bioactive Compounds in Buriti Oil by Prediction Models Through Mid-infrared Spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 1359–1372. <https://doi.org/10.1007/s12161-024-02658-x>
- Dai, D., Qi, G., Wang, J., Zhang, H., Qiu, K., Han, Y., Wu, Y., & Wu, S. (2022). Dietary organic acids ameliorate high stocking density stress-induced intestinal inflammation through the restoration of intestinal microbiota in broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00776-2>
- de Castilho Heiss, V. A. R., Burbarelli, M. F. de C., Przybulinski, B. B., Garcia, L. C., Vieira, J. R. R. F., Garcia, R. G., Caldara, F. R., Santin, E., Cardoso, C. A. L., & Komiyama, C. M. (2025). Polyphenol blend enhances zootechnical performance, improves meat quality, and reduces the severity of wooden breast in broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 12(April), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1584897>
- de Santos Morais, N., Passos, T. S., Ramos, G. R., Ferreira, V. A. F., Moreira, S. M. G., Filho, G. P. C., Barreto, A. P. G., Leite, P. I. P., de Almeida, R. S., Paulo, C. L. R., Fernandes, R., da Silva, S. A. D., da Cruz Nascimento, S. S., de Sousa Júnior, F. C., & de Assis, C. F. (2022). Nanoencapsulation of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.f.) in porcine gelatin enhances the antioxidant potential and improves the effect on the antibiotic activity modulation. *PLoS ONE*, 17(3 March), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265649>
- Degruttola, A. K., Low, D., Mizoguchi, A., & Mizoguchi, E. (2016). Current understanding of dysbiosis in disease in human and animal models. *Inflammatory Bowel Diseases*, 22(5), 1137–1150. <https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000750>
- Deng, C., Zou, H., Wu, Y., Lou, A., Liu, Y., Luo, J., Quan, W., & Shen, Q. (2024). Dietary supplementation with quercetin: an ideal approach for improving meat quality and oxidative stability of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(8), 103789. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103789>
- do Nascimento Silva, N. R. R., Cavalcante, R. B. M., & da Silva, F. A. (2023). Nutritional properties of Buriti (*Mauritia flexuosa*) and health benefits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 117(September 2022), 0–3. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105092>

- Dong, Y., Lei, J., & Zhang, B. (2020a). Effects of dietary quercetin on the antioxidative status and cecal microbiota in broiler chickens fed with oxidized oil. *Poultry Science*, 99(10), 4892–4903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.028>
- Dong, Y., Lei, J., & Zhang, B. (2020b). Effects of dietary quercetin on the antioxidative status and cecal microbiota in broiler chickens fed with oxidized oil. *Poultry Science*, 99(10), 4892–4903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.028>
- Dourado, L. R. B., Brauna, A. S. A., Bezerra, R. M., Sousa, I. S., Carvalho, F. L. A., Silva, G. G., Moura, F. A. S., Sousa, S. C., Santos, R. A., Silva, S. C., Silva, L. S., Gonçalves, L. M. F., & Miranda, R. S. (2025). Buriti Oil (*Mauritia flexuosa* L.) as Functional Feed for Broiler Chickens. *Poultry*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/poultry4010006>
- Duarte, F. D., & Teixeira, J. L. (2010). *Desempenho , Rendimento E Composição Da Carcaça*. 439–444.
- Echegaray, N., Pateiro, M., Muneke, P. E. S., Lorenzo, J. M., Chabani, Z., Farag, M. A., & Domínguez, R. (2021). Measurement of antioxidant capacity of meat and meat products: Methods and applications. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 13, p. 3880). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/molecules26133880>
- Ekunseitan, D. A., Harrison, S. H., & Ogunade, I. M. (2025). *Influence of Different Litter Regimens on Ceca Microbiota Profiles in Salmonella -Challenged Broiler Chicks*. 1–20.
- Elbaz, A. M., Zaki, E. F., Salama, A. A., Badri, F. B., & Thabet, H. A. (2023). Assessing different oil sources efficacy in reducing environmental heat-stress effects via improving performance, digestive enzymes, antioxidant status, and meat quality. *Scientific Reports*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47356-6>
- Elewa, M. S., Abou-Kassem, D. E., El-Hindawy, M. M., Madkour, M., Elsharkawy, M. S., Afifi, M., & Alagawany, M. (2023). Effect of coconut oil on growth performance, carcass criteria, liver and kidney functions, antioxidants and immunity, and lipid profile of broilers. *Scientific Reports*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41018-3>
- Elvira-Torales, L. I., García-Alonso, J., & Periago-Castón, M. J. (2019). Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review. In *Antioxidants* (Vol. 8, Issue 7, p. 229). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox8070229>
- Erica Dos Santos Carvalho De Oliveira. (2025). *Qualidade e perfil oxidativo de carne de frangos submetidos a dietas contendo óleo de buriti como ingrediente funcional* [Universidade Federal do Piauí]. https://sigaa.ufpi.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=pt_BR&id=1097¬icia=567818090
- Erinle, T. J., Boulianne, M., Miar, Y., Scales, R., & Adewole, D. (2023). Red osier dogwood and its use in animal nutrition: A review. In *Animal Nutrition* (Vol. 13, pp. 64–77). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.11.001>
- Estévez, M. (2015). Oxidative damage to poultry: From farm to fork. *Poultry Science*, 94(6), 1368–1378. <https://doi.org/10.3382/ps/pev094>
- Estévez, M., & Xiong, Y. L. (2021). Protein oxidation in foods: Mechanisms, consequences, and antioxidant solutions. In *Foods* (Vol. 10, Issue 10, p. 2346). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/foods10102346>
- Fancher, C. A., Zhang, L., Kiess, A. S., Adhikari, P. A., Dinh, T. T. N., & Sukumaran, A. T. (2020). Avian pathogenic *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*: Challenges in no antibiotics ever broiler production and potential solutions. *Microorganisms*, 8(10), 1–27. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8101533>
- FAO. (2018). FAO no Brasil. *Brasil Em Resumo*, 2021. <http://www.fao.org/brasil/fao-no-brasil/brasil-em-resumo/pt/>
- Faradilla, Z. S., Yunus, M., & Hermadi, H. A. (2020). The Effect of Dietary Administration of Virgin Coconut oil on Differential Leukocytes in Infected Chicken with *Eimeria*

- tenella. *Journal of World's Poultry Research*, 10(4), 615–622.
<https://doi.org/10.36380/jwpr.2020.70>
- Faria, P. B., de Faria, R. A. P. G., Mesquita, J. de A., Oliveira, T. T. da S., Dos Santos, J. G. da S., Gaspar, M. R. G. R. D. C., Vieira, V. de A., Rodrigues, E. C., & Nascimento, E. (2020). Fatty acid profile and physicochemical characterization of buriti oil during storage. In *Ciencia Rural* (Vol. 50, Issue 11, pp. 1–11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190997>
- Farouk, M. M., Al-Mazeedi, H. M., Sabow, A. B., Bekhit, A. E. D., Adeyemi, K. D., Sazili, A. Q., & Ghani, A. (2014). Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science*, 98(3), 505–519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>
- Fasina, Y. O., Holt, P. S., Moran, E. T., Moore, R. W., Conner, D. E., & McKee, S. R. (2008). Intestinal cytokine response of commercial source broiler chicks to *Salmonella typhimurium* infection. *Poultry Science*, 87(7), 1335–1346.
<https://doi.org/10.3382/ps.2007-00526>
- Fereidoon, S., & Ying, Z. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067–4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Ferket, P. R., Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B., Ayoola, A. A., Barasch, I., Toomer, O. T., & Torrent, J. (2020). Effects of functional oils on the growth, carcass and meat characteristics, and intestinal morphology of commercial turkey toms. *Poultry Science*, 99(7), 3752–3760. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.050>
- Fernandes, B., Oliveira, M. C., Marques, A. C., dos Santos, R. G., & Serrano, C. (2024). Microencapsulation of Essential Oils and Oleoresins: Applications in Food Products. In *Foods* (Vol. 13, Issue 23, p. 3873). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
<https://doi.org/10.3390/foods13233873>
- Fernandes, I. L. B., Gouveia, A. B. V. S., Gouveia, A. B. V. S., Melo, A. M. B., Morais, A. M. V. B., Souza, C. S., Sampaio, S. A., Santos, F. R. dos, & Minafra, C. S. (2023). Linseed oil and coconut oil in broiler feed. *International Seven Journal of Multidisciplinary*, 2(1), 113–124. <https://doi.org/10.56238/isevmjv2n1-007>
- Fernandez, L., & Prates, J. A. M. (2025). Nutritional Value and Health Implications of Meat from Monogastric Animals Exposed to Heat Stress. *Nutrients* 2025, Vol. 17, Page 1390, 17(8), 1–25. <https://doi.org/10.3390/NU17081390>
- Fornós, M., Verdú, M., Soldevila, X., Farré, G., Sales, R., & Rafael, J. (2022). O152 The effect of a phytogenic feed additive on performance and nutrient retention of young broiler chickens. *Animal - Science Proceedings*, 13(3), 431–432.
<https://doi.org/10.1016/J.ANSCIP.2022.07.162>
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), 26–45. <https://doi.org/10.1017/S1466252316000207>
- Gehart, H., & Clevers, H. (2019). Tales from the crypt: new insights into intestinal stem cells. In *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology* (Vol. 16, Issue 1, pp. 19–34). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0081-y>
- Genovese, M. I., Da Silva Pinto, M., De Souza Schmidt Gonçalves, A. E., & Lajolo, F. M. (2008). Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. *Food Science and Technology International*, 14(3), 207–214.
<https://doi.org/10.1177/1082013208092151>
- Gomes, B., Pena, P., Cervantes, R., Dias, M., & Viegas, C. (2022). Microbial Contamination of Bedding Material: One Health in Poultry Production. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 24, p. 16508). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/ijerph192416508>
- Gonzalez-Rivas, P. A., Chauhan, S. S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F. R., & Warner, R. D.

- (2020). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162(October 2019), 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Green, L. C., Wagner, D. A., Glogowski, J., Skipper, P. L., Wishnok, J. S., & Tannenbaum, S. R. (1982). Analysis of nitrate, nitrite, and [15N]nitrate in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, 126(1), 131–138. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(82\)90118-X](https://doi.org/10.1016/0003-2697(82)90118-X)
- Guimarães, M. G., Evaristo, R. B. W., de Mendonça Brasil, A. C., & Ghesti, G. F. (2021). Green energy technology from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) for Brazilian agro-extractive communities. *SN Applied Sciences*, 3(3), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04278-0>
- Gunnnett, C. A., Lund, D. D., McDowell, A. K., Faraci, F. M., & Heistad, D. D. (2005). Mechanisms of inducible nitric oxide synthase-mediated vascular dysfunction. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 25(8), 1617–1622. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000172626.00296.ba>
- Guo, F., Geng, Y., Abbas, W., Zhen, W., Wang, S., Huang, Y., Guo, Y., Ma, Q., & Wang, Z. (2022). Vitamin D3 Nutritional Status Affects Gut Health of Salmonella-Challenged Laying Hens. *Frontiers in Nutrition*, 9, 888580. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.888580>
- Gupta, S. C., Sundaram, C., Reuter, S., & Aggarwal, B. B. (2010). Inhibiting NF-κB activation by small molecules as a therapeutic strategy. In *Biochimica et Biophysica Acta - Gene Regulatory Mechanisms* (Vol. 1799, Issues 10–12, pp. 775–787). <https://doi.org/10.1016/j.bbagrm.2010.05.004>
- Haq, Z., Ahmad, S. M., Bashir, I., Dar, M. A., Saleem, A., Khan, A. A., Yattoo, M. I., Mir, S., Rastogi, A., Hussain, M. I., Shah, R. A., & Bhat, B. (2022). Pathogenesis-Related Gene Expression in Response to *Trachyspermum ammi* Supplementation Along With Probiotics in Chicken Salmonellosis and Insights in Drug Therapeutics. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 866614. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.866614>
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Metabolism and nutrition: Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), 2059–2069. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02685>
- Hassanein, E. S. I., Metwally, A. E., Elbaky, H. E. M. A., & Eldin, W. F. S. (2024). The Impact of Dietary Linseed Oil Supplementation on the Performance of Broiler Chicks. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 12(Specialissue1), 447–457. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.s1.447.457>
- Hassanpour, S. H., & Doroudi, A. (2023). Review of the antioxidant potential of flavonoids as a subgroup of polyphenols and partial substitute for synthetic antioxidants. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 13(4), 354–376. <https://doi.org/10.22038/AJP.2023.21774>
- He, H., Farnell, M. B., & Kogut, M. H. (2003). Inflammatory agonist stimulation and signal pathway of oxidative burst in neonatal chicken heterophils. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 135(1), 177–184. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(03\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(03)00049-7)
- He, P., Lei, Y., Zhang, K., Zhang, R., Bai, Y., Li, Z., Jia, L., Shi, J., Cheng, Q., Ma, Y., Zhang, X., Liu, L., & Lei, Z. (2023a). Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. *Meat Science*, 205, 109317. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2023.109317>
- He, P., Lei, Y., Zhang, K., Zhang, R., Bai, Y., Li, Z., Jia, L., Shi, J., Cheng, Q., Ma, Y., Zhang, X., Liu, L., & Lei, Z. (2023b). Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. *Meat*

- Science*, 205(March), 109317. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109317>
- Hedman, H. D., Vasco, K. A., & Zhang, L. (2020). *A Review of Antimicrobial Resistance in Poultry Farming within Low-Resource Settings*.
- Heydarian, M., Ebrahimnezhad, Y., Meimandipour, A., Hosseini, S. A., & Banabazi, M. H. (2020). Effects of dietary inclusion of the encapsulated thyme and oregano essential oils mixture and probiotic on growth performance, immune response and intestinal morphology of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 8(1), 17–25. <https://doi.org/10.22069/psj.2020.17101.1497>
- Homyok, P., Sonsamrong, W., Chainet, N., Khosinklang, W., Kamkaew, A., Yata, T., Baéza, E., Berri, C., Molee, A., & Molee, W. (2025). Optimizing n-3 PUFA dietary enrichment in slow-growing Korat chickens using lipid-based nanoparticles: Effects on growth performance, carcass traits, meat quality, meat fatty acid composition, and blood biochemical parameters. *Poultry Science*, 104(4), 104982. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104982>
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447–457. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5)
- Horky, P., Skalickova, S., Smerkova, K., & Skladanka, J. (2019). Essential oils as a feed additives: Pharmacokinetics and potential toxicity in monogastric animals. In *Animals* (Vol. 9, Issue 6, p. 352). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani9060352>
- Hrncir, T. (2022). Gut Microbiota Dysbiosis: Triggers, Consequences, Diagnostic and Therapeutic Options. In *Microorganisms* (Vol. 10, Issue 3, p. 578). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030578>
- Ijaz, A., Veldhuizen, E. J. A., Broere, F., Rutten, V. P. M. G., & Jansen, C. A. (2021). The interplay between salmonella and intestinal innate immune cells in chickens. *Pathogens*, 10(11), 1–20. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111512>
- Imam, M. U., Zhang, S., Ma, J., Wang, H., & Wang, F. (2017). Antioxidants mediate both iron homeostasis and oxidative stress. *Nutrients*, 9(7), 1–19. <https://doi.org/10.3390/nu9070671>
- Iqbal, H., Rahman, A., Khanum, S., Arshad, M., Badar, I. H., Asif, A. R., Hayat, Z., & Iqbal, M. A. (2021). Effect of essential oil and organic acid on performance, gut health, bacterial count and serological parameters in broiler. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 23(3), eRBCA-2021-1443. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1443>
- Jazi, V., Farahi, M., Khajali, F., Abousaad, S., Ferket, P., & Assadi Soumeh, E. (2020). Effect of dietary supplementation of whey powder and *Bacillus subtilis* on growth performance, gut and hepatic function, and muscle antioxidant capacity of Japanese quail. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(3), 886–897. <https://doi.org/10.1111/jpn.13323>
- Jiang, J., & Xiong, Y. L. (2016). Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science*, 120, 107–117. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2016.04.005>
- Jing, J., Zeng, H., Shao, Q., Tang, J., Wang, L., Jia, G., Liu, G., Chen, X., Tian, G., Cai, J., Kang, B., Che, L., & Zhao, H. (2023). Selenomethionine alleviates environmental heat stress induced hepatic lipid accumulation and glycogen infiltration of broilers via maintaining mitochondrial and endoplasmic reticulum homeostasis. *Redox Biology*, 67(September), 102912. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2023.102912>
- Jomova, K., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., & Valko, M. (2024). Several lines of antioxidant defense against oxidative stress: antioxidant enzymes, nanomaterials with multiple enzyme-mimicking activities, and low-molecular-weight antioxidants. In *Archives of Toxicology* (Vol. 98, Issue 5). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s00204-024-03696-4>

- Junqueira, L. C. U., & Junqueira, L. M. (1983). *Técnicas Básicas de Citologia e Histologia: Vol. I* (Editora Santos (ed.); 1^a edição).
- Kadariya, J., Smith, T. C., & Thapaliya, D. (2014). Staphylococcus aureus and Staphylococcal Food-Borne Disease: An Ongoing Challenge in Public Health. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/827965>
- Kalia, V. C., Shim, W. Y., Patel, S. K. S., Gong, C., & Lee, J. K. (2022). Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: Opportunities and challenges. *Science of the Total Environment*, 834, 155300. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300>
- Karadas, F., Erdoğan, S., Kor, D., Oto, G., & Uluman, M. (2016). The effects of different types of antioxidants (Se, vitamin E and carotenoids) in broiler diets on the growth performance, skin pigmentation and liver and plasma antioxidant concentrations. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(1), 101–115. <https://doi.org/10.1590/18069061-2015-0155>
- Katsanidis, E., & Zampouni, K. (2023). Development of a Novel Steam Distillation TBA Test for the Determination of Lipid Oxidation in Meat Products. *Foods*, 12(2), 359. <https://doi.org/10.3390/foods12020359>
- Kaulmann, A., & Bohn, T. (2014). Carotenoids, inflammation, and oxidative stress-implications of cellular signaling pathways and relation to chronic disease prevention. In *Nutrition Research* (Vol. 34, Issue 11, pp. 907–929). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2014.07.010>
- Khan, I., Nawaz, M., Anjum, A. A., Ahmad, M. ud D., Mehmood, A., Rabbani, M., Mustafa, A., & Ali, M. A. (2020). Effect of indigenous probiotics on gut morphology and intestinal absorption capacity in broiler chicken challenged with Salmonella enteritidis. *Pakistan Journal of Zoology*, 52(5), 1825–1831. <https://doi.org/10.17582/JOURNAL.PJZ/20190518090547>
- Khan, M. T., Rehman, M. F., Arslan, M., Javaid, A., Farooq, U., Asad, T., Nisa, Q., Azhar, M., Bughio, E., Liaqat, S., Aslam, S., Ali, F., Ali, H., Wadood, F., Gondal, M. A., Rauf, M., Fouad, D., Ataya, F. S., Safdar, M., ... Kumar, M. (2024). Effect of Blend of Essential Oils on Growth Performance, Carcass Characteristics, Meat Quality, Intestinal Morphology, Serum Biochemistry, and Immune Response of Broiler Chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 26(1), eRBCA-2023-1853. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2023-1853>
- Khattak, F., Ronchi, A., Castelli, P., & Sparks, N. (2014). Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 93(1), 132–137. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03387>
- Khoramjoo, S. M., Kazemifard, N., Baradaran Ghavami, S., Farmani, M., Shahrokh, S., Asadzadeh Aghdaei, H., Sherkat, G., & Zali, M. R. (2022). Overview of Three Proliferation Pathways (Wnt, Notch, and Hippo) in Intestine and Immune System and Their Role in Inflammatory Bowel Diseases (IBDs). In *Frontiers in Medicine* (Vol. 9, p. 865131). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.865131>
- Kim, S. S., Lee, Y. E., Kim, C. H., Min, J. S., Yim, D. G., & Jo, C. (2022). Determining the Optimal Cooking Time for Cooking Loss, Shear Force, and Off-Odor Reduction of Pork Large Intestines. *Food Science of Animal Resources*, 42(2), 332–340. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e6>
- Kogut, M. H., Byrd, J. A., Genovese, K., Swaggerty, C. L., & Lyte, M. (2025). Effect of diet-induced low-grade, chronic inflammation on susceptibility of broilers to Salmonella colonization and pathogenicity. *Poultry Science*, 104(8), 105303. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105303>

- Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., Gozzo, F. C., de Souza, A. Q. L., & de Souza, A. D. L. (2013). Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research International*, 51(2), 467–473. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>
- Kouvedaki, I., Pappas, A. C., Surai, P. F., & Zoidis, E. (2024). Nutrigenomics of Natural Antioxidants in Broilers. *Antioxidants*, 13(3), 1–26. <https://doi.org/10.3390/antiox13030270>
- Kromann, S., & Jensen, H. E. (2022). In vivo models of *Escherichia coli* infection in poultry. In *Acta Veterinaria Scandinavica* (Vol. 64, Issue 1, pp. 1–16). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00652-z>
- Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, 3(2), 356–369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
- Latief, U., Husain, H., & Ahmad, R. (2018). β -Carotene supplementation ameliorates experimental liver fibrogenesis via restoring antioxidant status and hepatic stellate cells activity. *Journal of Functional Foods*, 49, 168–180. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2018.08.027>
- Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R. U., & Tufarelli, V. (2012). Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry Science*, 91(1), 265–270. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01675>
- Leão, K. M. M., Reis, L. V. C., Speranza, P., Rodrigues, A. P., Ribeiro, A. P. B., Macedo, J. A., & Macedo, G. A. (2019). Physicochemical characterization and antimicrobial activity in novel systems containing buriti oil and structured lipids nanoemulsions. *Biotechnology Reports*, 24, e00365. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00365>
- Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R., & Beynen, A. C. (2003). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), 450–457. <https://doi.org/10.1080/0007166031000085508>
- Lee, S. K., Chon, J. W., Yun, Y. K., Lee, J. C., Jo, C., Song, K. Y., Kim, D. H., Bae, D., Kim, H., Moon, J. S., & Seo, K. H. (2022). Properties of broiler breast meat with pale color and a new approach for evaluating meat freshness in poultry processing plants. *Poultry Science*, 101(3), 101627. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101627>
- Lei, Z., Zhang, K., Li, C., Wu, J., Davis, D., Casper, D., Jiang, H., Jiao, T., Wang, X., & Wang, J. (2018). Dietary supplementation with Essential-oils-cobalt for improving growth performance, meat quality and skin cell capacity of goats. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29897-3>
- Leite, B. G. de S., Granghelli, C. A., Roque, F. de A., Carvalho, R. S. B., Lopes, M. H. S., Pelissari, P. H., Dias, M. T., Araújo, C. S. da S., & Araújo, L. F. (2024). Evaluation of dietary lignin on broiler performance, nutrient digestibility, cholesterol and triglycerides concentrations, gut morphometry, and lipid oxidation. *Poultry Science*, 103(4). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103518>
- Li, L., Sun, X., Zhao, D., & Dai, H. (2021). Pharmacological Applications and Action Mechanisms of Phytochemicals as Alternatives to Antibiotics in Pig Production. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 12, Issue December, pp. 1–18). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.798553>
- Li, P., Liu, C., Niu, J., Zhang, Y., Li, C., Zhang, Z., Guo, S., & Ding, B. (2022). Effects of Dietary Supplementation with Vitamin A on Antioxidant and Intestinal Barrier Function of Broilers Co-Infected with *Coccidia* and *Clostridium perfringens*. *Animals* 2022, Vol. 12, Page 3431, 12(23), 3431. <https://doi.org/10.3390/ANI12233431>
- Li, Y., Wang, K., & Li, C. (2024). Oxidative Stress in Poultry and the Therapeutic Role of

- Herbal Medicine in Intestinal Health. In *Antioxidants* (Vol. 13, Issue 11, p. 1375). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox13111375>
- Lipiński, K., Vuorenmaa, J., Mazur-kuśnirek, M., Sartowska-żygowska, K., & Kettunen, H. (2021). Dietary resin acid concentrate improved performance of broiler chickens and litter quality in three experiments. *Animals*, 11(11), 3045. <https://doi.org/10.3390/ani11113045>
- Loetscher, Y., Kreuzer, M., & Messikommer, R. E. (2013). Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace, and entire nettle, and effects on performance and meat quality. *Poultry Science*, 92(11), 2938–2948. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03258>
- Lu, J., Sanchez, S., Hofacre, C., Maurer, J. J., Harmon, B. G., & Lee, M. D. (2003). Evaluation of broiler litter with reference to the microbial composition as assessed by using 16S rRNA and functional gene markers. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(2), 901–908. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.2.901-908.2003>
- Luengas, J. A. P. (2011). *Suplementação de probióticos em dietas de frangos de corte: desempenho e digestibilidade da proteína*.
- Macambira, G. M., Rabello, C. B. V., Navarro, M. I. V., da Costa Lopes, C., Lopes, E. C., do Nascimento, G. R., de Holanda Oliveira, H. S., & da Silva, J. de C. R. (2022). Effects of Moringa oleifera leaf meal on performance and carcass yield of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51. <https://doi.org/10.37496/RBZ5120210203>
- 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(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00565-3>
- Marcelino, G., Hiane, P. A., Pott, A., Fernando, W., Fili, D. O., Caires, A. R. L., Michels, F. S., Mar, R., Santos, N. M. S., Negr, J., Tatara, M. B., Faria, B. B. De, & Asato, M. A. (2022). *Effect of Its Supplementation in an In Vivo Experimental Model*. 1–22.
- Martins, L. S. (2017). *Óleo De Buriti Em Dietas Para Frangos De Corte: Desempenho E Características Da Carne*. 53.
- Martysiak-Zurowska, D., & Wenta, W. (2012). A comparison of abts and dpsh methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 11(1), 83–89.
- Mazur-Kuśnirek, M., Antoszkiewicz, Z., Lipiński, K., Kaliniewicz, J., Kotlarczyk, S., & Żukowski, P. (2019). The effect of polyphenols and vitamin E on the antioxidant status and meat quality of broiler chickens exposed to high temperature. *Archives of Animal Nutrition*, 73(2), 111–126. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2019.1572342>
- Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M. P., Gaucher, M. Lou, Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S. K., Côté, C., Ramirez, A. A., & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal Nutrition*, 4(2), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
- Miazeck, K., Beton, K., Śliwińska, A., & Brożek-Pluska, B. (2022). The Effect of β -Carotene, Tocopherols and Ascorbic Acid as Anti-Oxidant Molecules on Human and Animal In Vitro/In Vivo Studies: A Review of Research Design and Analytical Techniques Used. In *Biomolecules* (Vol. 12, Issue 8, p. 1087). MDPI. <https://doi.org/10.3390/biom12081087>
- Mishra, B., & Jha, R. (2019). Oxidative stress in the poultry gut: Potential challenges and interventions. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(MAR), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00060>
- Montagne, L., Pluske, J. R., & Hampson, D. J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1–4), 95–117.

- [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9)
- Monteiro, C. R. M., dos Santos, A. R., Vieira da Silva, M., Rudke, A. R., de Melo Rodrigues, I., Rigobello, E. S., & Perdoncini, M. R. F. G. (2019). Evaluation of the Antimicrobial Activity of Buriti (*Mauritia Flexuosa*) Pulp Extracts. *The Open Food Science Journal*, 11(1), 89–94. <https://doi.org/10.2174/1874256401911010089>
- Moraes, P. de O., da Silva Pires, P. G., Benetti Filho, V., Lima, A. L. F., Kindlein, L., Taschetto, D., Favero, A., & Wagner, G. (2023). Intestinal health of broilers challenged with *Eimeria* spp. using functional oil blends in two physical forms with or without anticoccidials. *Scientific Reports*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41743-9>
- Mountzouris, K. C., Paraskeuas, V. V., & Fegeros, K. (2020). Priming of intestinal cytoprotective genes and antioxidant capacity by dietary phytogetic inclusion in broilers. *Animal Nutrition*, 6(3), 305–312. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.04.003>
- Mukhametov, A., Yerbulekova, M., Aitkhozhayeva, G., Tuyakova, G., & Dautkanova, D. (2022). Effects of ω -3 fatty acids and ratio of ω -3/ ω -6 for health promotion and diseaseprevention. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, e58321. <https://doi.org/10.1590/fst.58321>
- Murakami, A. E., Eyng, C., & Torrent, J. (2014). Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 981–989. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13449>
- Myers, A. G., & Rochell, S. J. (2024). Effects of Starter Diet Energy Concentration on Nutrient Digestibility and Subsequent Growth Performance and Meat Yields of Broilers under Two Coccidiosis Control Programs. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 14(11), 1524. <https://doi.org/10.3390/ANI14111524>
- Nacak, B., Dikici, A., Yel, N., Zaimoğulları, K., İpek, G., & Özer, M. (2023). Effect of α -Tocopherol, Storage Temperature and Storage Time on Quality Characteristics and Oxidative Stability of Chicken Kavurma, traditional Turkish cooked meat product. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(2), 5627–5636. <https://doi.org/10.12681/jhvms.29331>
- Nanto-Hara, F., Kikusato, M., Ohwada, S., & Toyomizu, M. (2020). Heat stress directly affects intestinal integrity in broiler chickens. In *Journal of Poultry Science* (Vol. 57, Issue 4, pp. 284–290). Japan Poultry Science Association. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0190004>
- Nhara, R. B., Marume, U., & Nantapo, C. W. T. (2024). Potential of Organic Acids, Essential Oils and Their Blends in Pig Diets as Alternatives to Antibiotic Growth Promoters. In *Animals* (Vol. 14, Issue 5, p. 762). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani14050762>
- Noletto, R. A., Leandro, N. S. M., Mello, H. H. de C., da Conceição, E. C., de Araújo, I. C. S., de Oliveira, E. M., da Paz, P. H. S., & Barbosa, A. F. C. (2018). Supplementation of copaiba or sucupira oils in broiler diets. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 19(1), 83–92. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402018000100008>
- Obianwuna, U. E., Chang, X., Oleforuh-Okoleh, V. U., Onu, P. N., Zhang, H., Qiu, K., & Wu, S. (2024). Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. In *Journal of Animal Science and Biotechnology* (Vol. 15, Issue 1, pp. 1–33). BioMed Central. <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01101-9>
- Obiebe, T., Odey, J., Omotola, W., Kayode, T., Afolabi, O., Jahid, I. K., & Reuben, R. C. (2024). Antimicrobial use and resistance in food animal production : food safety and associated concerns in Sub - Saharan Africa. *International Microbiology*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10123-023-00462-x>

- Oke, O. E., Akosile, O. A., Oni, A. I., Opowoye, I. O., Ishola, C. A., Adebisi, J. O., Odeyemi, A. J., Adjei-Mensah, B., Uyanga, V. A., & Abioja, M. O. (2024). Oxidative stress in poultry production. In *Poultry Science* (Vol. 103, Issue 9, p. 104003). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104003>
- Oliveira, R. M. M., Pereira, F. T., Pereira, E. C., & Mendonça, C. J. S. (2020). Buriti oil: Nutritional quality index and antioxidant and antidiabetic effect. *Revista Virtual de Química*, 12(1), 2–12. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20200002>
- Paul, S. S., Venkata, S., Rao, R., Hegde, N., Venkata, M., Narasimha, L., & Reddy, G. N. (2022). Effects of Dietary Antimicrobial Growth Promoters on Performance Parameters and Abundance and Diversity of Broiler Chicken Gut Microbiome and Selection of Antibiotic Resistance Genes. 13(June), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.905050>
- Pelosi, M. S., Leite, I., Passos, L., Ferreira, C., Sabaa-Srur, A. U. O., & Fialho, E. (2020). Avaliação físico-química e capacidade antioxidante do extrato de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e atividade antitumoral em linhagem celular de câncer de mama MDA-MB-231. *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 17493–17515. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-064>
- Peng, H.-C., Chen, Y.-L., Yang, S.-Y., Ho, P.-Y., Yang, S.-S., Hu, J.-T., & Yang, S.-C. (2013). The antiapoptotic effects of different doses of β -carotene in chronic ethanol-fed rats. *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*, 2(3), 132–141. <https://doi.org/10.3978/J.ISSN.2304-3881.2013.06.08>
- Pereira, A., Sidjabat, H. E., Davis, S., Vong da Silva, P. G., Alves, A., Dos Santos, C., Jong, J. B. da C., da Conceição, F., Felipe, N. de J., Ximenes, A., Nunes, J., Fária, I. do R., Lopes, I., Barnes, T. S., McKenzie, J., Oakley, T., Francis, J. R., Yan, J., & Ting, S. (2024). Prevalence of Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli* and *Salmonella* Species Isolates from Chickens in Live Bird Markets and Boot Swabs from Layer Farms in Timor-Leste. *Antibiotics*, 13(2), 120. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13020120>
- Pereira, Y. F., Costa, M. D. S., Tintino, S. R., Rocha, J. E., Rodrigues, F. F. G., Feitosa, M. K. de S. B., de Menezes, I. R. A., Coutinho, H. D. M., da Costa, J. G. M., & de Sousa, E. O. (2018). Modulation of the antibiotic activity by the *Mauritia flexuosa* (Buriti) fixed oil against methicillin-resistant staphylococcus aureus (MRSA) and other multidrug-resistant (MDR) bacterial strains. *Pathogens*, 7(4), 1–8. <https://doi.org/10.3390/pathogens7040098>
- Pérez-Rosés, R., Risco, E., Vila, R., Peñalver, P., & Cañigueral, S. (2015). Effect of some essential oils on phagocytosis and complement system activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(5), 1496–1504. <https://doi.org/10.1021/jf504761m>
- Perić, L., Žikić, D., Stojčić, M. Đ., Tomović, V., Leskovec, J., Levart, A., Salobir, J., Kanački, Z., & Rezar, V. (2022). Effect of Chestnut Tannins and Vitamin E Supplementation to Linseed Oil-Enriched Diets on Growth Performance, Meat Quality, and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Agriculture (Switzerland)*, 12(11), 1772. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111772>
- Perin, G. R., Eyng, C., Nunes, R. V., Duarte, C. R. A., Kaufmann, C., Tesser, G. L. S., Rohloff Júnior, N., & Savaris, V. D. L. (2023). Effect of bocaiuva pulp oil supplementation of broiler chicken diets on growth performance and quality and oxidative stability of meat. *Livestock Science*, 275(February), 105300. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105300>
- Petracci, M., Soglia, F., Madruga, M., Carvalho, L., Ida, E., & Estévez, M. (2019). Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 565–583. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431>

- Phillips, C. J. C., Hosseintabar-Ghasemabad, B., Gorlov, I. F., Slozhenkina, M. I., Mosolov, A. A., & Seidavi, A. (2023). Immunomodulatory Effects of Natural Feed Additives for Meat Chickens. In *Life* (Vol. 13, Issue 6, p. 1287). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/life13061287>
- Pietruk, K., Karamon, J., Jedziniak, P., Tokarzewski, S., & Olejnik, M. (2025). Influence of *Eimeria* spp. and *Clostridium perfringens* Infection on Growth Performance and Toltrazuril Residues in Chickens. *Animals*, 15(2), 216. <https://doi.org/10.3390/ani15020216>
- Pinto, M. F., Lima, V. M. F., Ribeiro, S. C., Bossolani, I. L. C., Ponsano, E. H. G., & Garcia-Neto, M. (2014). Fontes de óleo na dieta e sua influência no desempenho e na imunidade de frangos de corte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(5), 409–414. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000500004>
- Piranavatharsan, U., Jinadasa, B. K. K., & Jayasinghe, C. V. L. (2023). Validation of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) method for measuring secondary lipid oxidation products in fresh Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Food and Humanity*, 1, 1194–1199. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.09.009>
- Pirgozliev, V., Mansbridge, S. C., Rose, S. P., Mackenzie, A. M., Beccaccia, A., Karadas, F., Ivanova, S. G., Staykova, G. P., Oluwatosin, O. O., & Bravo, D. (2019). Dietary essential oils improve feed efficiency and hepatic antioxidant content of broiler chickens. *Animal*, 13(3), 502–508. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001520>
- Prasath, K. G., Alexpandi, R., Parasuraman, R., Pavithra, M., Ravi, A. V., & Pandian, S. K. (2021). Anti-inflammatory potential of myristic acid and palmitic acid synergism against systemic candidiasis in *Danio rerio* (Zebrafish). *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133, 111043. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2020.111043>
- Pu, Z., Yang, F., Wang, L., Diao, Y., & Chen, D. (2021). Advancements of compounds targeting Wnt and Notch signalling pathways in the treatment of inflammatory bowel disease and colon cancer. In *Journal of Drug Targeting* (Vol. 29, Issue 5, pp. 507–519). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/1061186X.2020.1864741>
- Puvača, N., Tufarelli, V., & Giannenas, I. (2022). Essential Oils in Broiler Chicken Production, Immunity and Meat Quality: Review of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, and *Rosmarinus officinalis*. In *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 6, p. 874). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060874>
- Puvačca, N., & Tufarelli, V. (2022). Óleos essenciais na produção de frangos de corte , imunidade e Qualidade da Carne : Revisão de *Thymus vulgaris* , *Origanum vulgare* e *Rosmarinus officinalis*.
- Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P., & Northcutt, J. K. (2001). The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science*, 80(5), 676–680. <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.676>
- Rabello, R. F., Bonelli, R. R., Penna, B. A., Albuquerque, J. P., Souza, R. M., & Cerqueira, A. M. F. (2020). Antimicrobial resistance in farm animals in Brazil: An update overview. In *Animals* (Vol. 10, Issue 4, p. 552). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani10040552>
- Ragaa, N. M., & Korany, R. M. S. (2016). Studying the effect of formic acid and potassium diformate on performance, immunity and gut health of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 2(4), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.003>
- Rahman, M. R. T., Fliss, I., & Biron, E. (2022). Insights in the Development and Uses of Alternatives to Antibiotic Growth Promoters in Poultry and Swine Production. In *Antibiotics* (Vol. 11, Issue 6, p. 766). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060766>
- Raji, A. A., Mohammed, B., Oladele, S. B., Saidu, L., Jibril, A. H., Cazaban, & C. Cazaban.

- (2017). Bursa body index as a visual indicator for the assessment of bursa of Fabricius. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 9(2), 32–38. <https://doi.org/10.5897/jvmah2016.0456>
- Ramos-Escudero, F., Gómez-Coca, R. B., Muñoz, A. M., Fuente-Carmelino, L. D. La, & Pérez-Camino, M. del C. (2022). Oil From Three Aguaje Morphotypes (*Mauritia flexuosa* L.f.) Extracted by Supercritical Fluid With CO₂: Chemical Composition and Chromatic Properties. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(March), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.843772>
- Ranucci, D., Beghelli, D., Trabalza-Marinucci, M., Branciarri, R., Forte, C., Olivieri, O., Badillo Pazmay, G. V., Cavallucci, C., & Acuti, G. (2015). Dietary effects of a mix derived from oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil and sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood extract on pig performance, oxidative status and pork quality traits. *Meat Science*, 100, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.149>
- Ravindran, V., & Reza Abdollahi, M. (2021). Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: State of the art and outlook. In *Animals* (Vol. 11, Issue 10, p. 2795). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani11102795>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Ren, H., Vahjen, W., Dadi, T., Saliu, E. M., Boroojeni, F. G., & Zentek, J. (2019). Synergistic effects of probiotics and phytobiotics on the intestinal microbiota in young broiler chicken. *Microorganisms*, 7(12), 684. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7120684>
- Rodrigues, M. de F., da Silva, J. W., de Lima, J. S., Ramos, B. de A., Paz, S. T., Lomonaco, D., Zampieri, D., & Ximenes, R. M. (2024). Antiulcer activity of *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae) pulp oil: An edible Amazonian species with functional properties. *Fitoterapia*, 174, 105857. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2024.105857>
- Rodriguez-Sanchez, R., Tres, A., Sala, R., Guardiola, F., & Barroeta, A. C. (2019). Evolution of lipid classes and fatty acid digestibility along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed different fat sources at different ages. *Poultry Science*, 98(3), 1341–1353. <https://doi.org/10.3382/ps/pey458>
- Rossi, B., Toschi, A., Piva, A., & Grilli, E. (2020). Single components of botanicals and nature-identical compounds as a non-antibiotic strategy to ameliorate health status and improve performance in poultry and pigs. In *Nutrition Research Reviews* (Vol. 33, Issue 2, pp. 218–234). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0954422420000013>
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F. de, Barreto, S. L. de T., & Brito, C. O. (2017). *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos* (H. S. Rostagno (ed.); Universida).
- Rudke, A. R., Mazzutti, S., Andrade, K. S., Vitali, L., & Ferreira, S. R. S. (2019). Optimization of green PLE method applied for the recovery of antioxidant compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L.) shell. *Food Chemistry*, 298, 125061. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125061>
- Saied, A. M., Attia, A. I., El-Kholy, M. S., Reda, F. M., & EL Nagar, A. G. (2022). Effect of cinnamon oil supplementation into broiler chicken diets on growth, carcass traits, haemato-biochemical parameters, immune function, antioxidant status and caecal microbial count. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 31(1), 21–33. <https://doi.org/10.22358/jafs/146921/2022>
- Sakomura, N. K., & Rostagno, H. S. (2016). *Métodos de pesquisa em nutrição de*

monogástricos (2^a). FUNEP.

- Sammari, H., Askri, A., Benahmed, S., Saucier, L., & Alnahhas, N. (2023). A survey of broiler breast meat quality in the retail market of Quebec. *Canadian Journal of Animal Science*, 103(3), 298–311. <https://doi.org/10.1139/cjas-2023-0001>
- Santamarina, A. B., Pisani, L. P., Baker, E. J., Marat, A. D., Valenzuela, C. A., Miles, E. A., & Calder, P. C. (2021). Anti-inflammatory effects of oleic acid and the anthocyanin keracyanin alone and in combination: effects on monocyte and macrophage responses and the NF- κ B pathway. *Food & Function*, 12(17), 7909–7922. <https://doi.org/10.1039/D1FO01304A>
- Santis, R., Albuquerque, F. C. F. C. F., Silva, R. L. S. L. S. L. S. L. S. L. S., Mesquita, L. R., Ferreira, I. D., Dourado, L. R. B. R. B., & Ferreira, G. J. B. C. J. B. C. (2022). Intestinal morphometry and performance of broiler chickens subjected to diets with buriti oil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 74(2), 359–366. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12350>
- Santos, D. T., Veggi, P. C., & Meireles, M. A. A. (2012). Optimization and economic evaluation of pressurized liquid extraction of phenolic compounds from jabuticaba skins. *Journal of Food Engineering*, 108(3), 444–452. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.08.022>
- Santos, J. S. dos, Vieira, A. B. D., & Kamada, I. (2009). Treatment of open wounds using Mosqueta Rose: a review. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 62(3), 457–462. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672009000300020>
- Schanda, J. (2007). Colorimetry: Understanding the CIE System. In *Colorimetry: Understanding the CIE System*. John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470175637>
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., & Ranganathan, J. (2018). Creating a Sustainable Food Future: Synthesis Report. *Agency for International Development, December*, 1–96. <https://www.wri.org/our-work/project/world-resources-report/publications>.
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects - A review. In *Journal of Functional Foods* (Vol. 18, pp. 820–897). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Shahidi, F., & Peng, H. (2018). Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds. *Journal of Food Bioactives, December 2018*, 11–68. <https://doi.org/10.31665/jfb.2018.4162>
- Shaji, S., Selvaraj, R. K., & Shanmugasundaram, R. (2023). Salmonella Infection in Poultry: A Review on the Pathogen and Control Strategies. In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 11, p. 2814). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112814>
- Shanmugasundaram, R., Adams, D., Ramirez, S., Murugesan, G. R., Applegate, T. J., Cunningham, S., Pokoo-Aikins, A., & Glenn, A. E. (2022). Subclinical Doses of Combined Fumonisin and Deoxynivalenol Predispose Clostridium perfringens–Inoculated Broilers to Necrotic Enteritis. *Frontiers in Physiology*, 13, 934660. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.934660>
- Shekhu, N. A. (2025). Impact of Pathogenic Bacterial Challenges on Growth Performance, Gut Morphology, Serum Biochemistry, and Meat Quality in Broiler Chickens. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences (PJLSS)*, 23(1), 7214–7224. <https://doi.org/10.57239/pjlss-2025-23.1.00561>
- Shi, H., Yang, F., Peng, Z., Wu, J., Wang, Q., Qiu, P., Bao, R., Huang, L., Li, X., Zhang, H., & Wang, X. (2024). Oxidative stress model of lipopolysaccharide combined with thrombin inducing in broiler chicks. *Frontiers in Veterinary Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1369515>

- Silva, D. J., & Queiroz, A. C. de. (2002). Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. In *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos* (3rd ed.). UFV.
- Silvan, J. M., Ciechanowska, A. M., & Martinez-Rodriguez, A. J. (2020). Modulation of antibacterial, antioxidant, and anti-inflammatory properties by drying of *Prunus domestica* L. plum juice extracts. *Microorganisms*, 8(1), 119. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010119>
- Skřivan, M., Marounek, M., Englmaierová, M., Čermák, L., Vlčková, J., & Skřivanová, E. (2018). Effect of dietary fat type on intestinal digestibility of fatty acids, fatty acid profiles of breast meat and abdominal fat, and mRNA expression of lipid-related genes in broiler chickens. *PLOS ONE*, 13(4), e0196035. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0196035>
- Smith, D. P., & Northcutt, J. K. (2009). Pale poultry muscle syndrome. *Poultry Science*, 88(7), 1493–1496. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00509>
- Song, B., Tang, D., Yan, S., Fan, H., Li, G., Shahid, M. S., Mahmood, T., & Guo, Y. (2021). Effects of age on immune function in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00559-1>
- Sousa, W. C. de, Morais, R. A., & Zuniga, A. D. G. (2024). Buriti (*Mauritia flexuosa*) shell flour: Nutritional composition, chemical profile, and antioxidant potential as a strategy for valuing waste from native Brazilian fruits. *Food Research International*, 190, 114578. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114578>
- Speranza, P., Badan Ribeiro, A. P., Cunha, R. L., Macedo, J. A., & Macedo, G. A. (2015). Influence of emulsion droplet size on antimicrobial activity of interesterified Amazonian oils. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.022>
- Speranza, P., De Oliveira Falcão, A., Alves Macedo, J., Da Silva, L. H. M., Da Rodrigues, A. M. C., & Alves Macedo, G. (2016). Amazonian Buriti oil: Chemical characterization and antioxidant potential. In *Grasas y Aceites* (Vol. 67, Issue 2). <https://doi.org/10.3989/gya.0622152>
- Suganthi, R. U. (2024). PHYTOGENIC ALTERNATIVES TO ANTIBIOTICS. *Futuristic Trends in Agriculture Engineering & Food Sciences*, 3, 208–216.
- Surai, P. F. (2014). Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: From the past to the future. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(1), 19–31. <https://doi.org/10.1111/jpn.12070>
- Surai, P. F., Kochish, I. I., Fisinin, V. I., & Kidd, M. T. (2019). Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. In *Antioxidants* (Vol. 8, Issue 7, p. 235). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>
- Symoniuk, E., Ratusz, K., & Krygier, K. (2019). Evaluation of the Oxidative Stability of Cold-Pressed Rapeseed Oil by Rancimat and Pressure Differential Scanning Calorimetry Measurements. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(2). <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800017>
- Talebi, A., Asri-Rezaei, S., Rozeh-Chai, R., & Sahraei, R. (2005). Comparative studies on haematological values of broiler strains (ross, cobb, arbor-acres and arian). *International Journal of Poultry Science*, 4(8), 573–579. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.573.579>
- Tan, Z., Lu, P., Adewole, D., Diarra, M. S., Gong, J., & Yang, C. (2021). Iron requirement in the infection of *Salmonella* and its relevance to poultry health. In *Journal of Applied Poultry Research* (Vol. 30, Issue 1, p. 100101). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.09.016>
- Teixeira, G. L., Ibañez, E., & Block, J. M. (2022). Emerging Lipids from Arecaceae Palm Fruits in Brazil. *Molecules*, 27(13). <https://doi.org/10.3390/molecules27134188>

- Togashi, C. K., Fonseca, J. B., Soares, R. D. T. R. N., Gaspar, A., & Detmann, E. (2007). Composition of fatty acids in tissues of broilers fed by-products of passion fruit. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6 SUPPL.), 2063–2068. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000900016>
- Tolomeotti, L. S., Goes, R. H. T. B., Cangianelli, G. H., Khatlab, A. S., Pontes, K. M., Matos, E. B., Vesco, A. P. Del, Miglioranza, S., & Gasparino, E. (2024). Effect of a blend of essential oils, organic acids, tannins, vitamin E and zinc on the intestinal health of broiler chickens challenged with *Eimeria* spp., *Salmonella* Minnesota, *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 44, e07404. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7404>
- Tóthová, C., Sesztáková, E., Bielík, B., & Nagy, O. (2019). Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. *Veterinary World*, 12(4), 598–604. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.598-604>
- Tufarelli, V., Laudadio, V., & Casalino, E. (2016). An extra-virgin olive oil rich in polyphenolic compounds has antioxidant effects in meat-type broiler chickens. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(7), 6197–6204. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5852-1>
- Tzora, A., Bonos, E., Giannenas, I., Karamoutsios, A., Fotou, K., Sidiropoulou, E., Tsiftoglou, O., Lazari, D., Stylianaki, I., Grigoriadou, A., & Skoufos, I. (2021). Effects of dietary essential oils in combination with butyrate on growth performance, intestinal microflora, blood parameters and meat composition of broiler chickens. *European Poultry Science*, 85, 1–24. <https://doi.org/10.1399/eps.2021.327>
- Ungurianu, A., Zanfirescu, A., Nițulescu, G., & Margină, D. (2021). Vitamin e beyond its antioxidant label. In *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 5, p. 634). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox10050634>
- Van Der Flier, L. G., & Clevers, H. (2009). Stem cells, self-renewal, and differentiation in the intestinal epithelium. *Annual Review of Physiology*, 71, 241–260. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.PHYSIOL.010908.163145>
- Van Limbergen, T., Sarrazin, S., Chantziaras, I., Dewulf, J., Ducatelle, R., Kyriazakis, I., McMullin, P., Méndez, J., Niemi, J. K., Papasolomontos, S., Szeleszczuk, P., Van Erum, J., & Maes, D. (2020). Risk factors for poor health and performance in European broiler production systems. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02484-3>
- Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Panaite, T. D., Saracila, M., Turcu, R. P., & Dumitru, M. (2023). Effect of Basil, Thyme and Sage Essential Oils as Phytogenic Feed Additives on Production Performances, Meat Quality and Intestinal Microbiota in Broiler Chickens. *Agriculture (Switzerland)*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/agriculture13040874>
- Walter, R. J., Sonnentag, S. J., Munoz-Sagredo, L., Merkel, M., Richert, L., Bunert, F., Heneka, Y. M., Loustau, T., Hodder, M., Ridgway, R. A., Sansom, O. J., Mely, Y., Rothbauer, U., Schmitt, M., & Orian-Rousseau, V. (2022). Wnt signaling is boosted during intestinal regeneration by a CD44-positive feedback loop. *Cell Death and Disease*, 13(2), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41419-022-04607-0>
- Wang, J., Deng, L., Chen, M., Che, Y., Li, L., Zhu, L., Chen, G., & Feng, T. (2024). Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. In *Animal Nutrition* (Vol. 17, pp. 244–264). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.01.012>
- Wang, L., Lilburn, M., & Yu, Z. (2016). Intestinal microbiota of broiler chickens as affected by litter management regimens. *Frontiers in Microbiology*, 7(MAY), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00593>
- Xie, S., Li, Y., Zhao, S., Lv, Y., & Yu, Q. (2020). *Salmonella* infection induced intestinal

- crypt hyperplasia through Wnt/ β -catenin pathway in chicken. *Research in Veterinary Science*, 130, 179–183. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.03.008>
- Xing, Y. Y., Zheng, Y. K., Yang, S., Zhang, L. H., Guo, S. W., Shi, L. L., Xu, Y. Q., Jin, X., Yan, S. M., & Shi, B. L. (2021). Artemisia ordosica Polysaccharide Alleviated Lipopolysaccharide-induced Oxidative Stress of Broilers via Nrf2/Keap1 and TLR4/NF- κ B Pathway. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 223, 112566. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112566>
- Youssef, I. M., Khalil, H. A., Shakoori, A. M., Bagadood, R. M., Alyahyawi, A. Y., Alhazaa, R. A., Fakiha, K. G., Nasr, S., Abo-Samra, M. A., Hassan, M. S., Halim, H. S. A. El, El-Hack, M. E. A., Jaremko, M., Al-Nemi, R., & Youssef, K. M. (2023). Immune response, hematological traits, biochemical blood parameters, and histological status of laying hens influenced by dietary chitosan-oligosaccharides. *Poultry Science*, 102(9), 102834. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102834>
- Yue, K., Cao, Q. Q., Shaukat, A., Zhang, C., & Huang, S. C. (2024). Insights into the evaluation, influential factors and improvement strategies for poultry meat quality: a review. In *npj Science of Food* (Vol. 8, Issue 1, pp. 1–16). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00306-6>
- Zanatta, C. F., Mitjans, M., Urgatondo, V., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2010). Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.017>
- Zanatta, C. F., Ugartondo, V., Mitjans, M., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2008). Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) assessed by the neutral red release test. *Food and Chemical Toxicology*, 46(8), 2776–2781. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.05.001>
- Zeferino, C. P., Komiyama, C. M., Pelícia, V. C., Fascina, V. B., Aoyagi, M. M., Coutinho, L. L., Sartori, J. R., & Moura, A. S. A. M. T. (2016). Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. *Animal*, 10(1), 163–171. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001998>
- Zeng, X., Zhu, M., Liu, X., Chen, X., Yuan, Y., Li, L., Liu, J., Lu, Y., Cheng, J., & Chen, Y. (2020). Erratum: Oleic acid ameliorates palmitic acid induced hepatocellular lipotoxicity by inhibition of ER stress and pyroptosis. *Nutrition and Metabolism*, 17(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00438-y>
- Zhai, H., Liu, H., Wang, S., Wu, J., & Klueenter, A. M. (2018). Potential of essential oils for poultry and pigs. In *Animal Nutrition* (Vol. 4, Issue 2, pp. 179–186). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>
- Zhang, L. Y., Peng, Q. Y., Liu, Y. R., Ma, Q. G., Zhang, J. Y., Guo, Y. P., Xue, Z., & Zhao, L. H. (2021). Effects of oregano essential oil as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, antioxidant status, and intestinal health of broilers. *Poultry Science*, 100(7), 101163. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101163>
- Zheng, L., Duan, S. L., Wen, X. L., & Dai, Y. C. (2022). Molecular regulation after mucosal injury and regeneration in ulcerative colitis. In *Frontiers in Molecular Biosciences* (Vol. 9, p. 996057). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.996057>
- Zheng, X. C., Wu, Q. J., Song, Z. H., Zhang, H., Zhang, J. F., Zhang, L. L., Zhang, T. Y., Wang, C., & Wang, T. (2016). Effects of Oridonin on growth performance and oxidative stress in broilers challenged with lipopolysaccharide. *Poultry Science*, 95(10), 2281–2289. <https://doi.org/10.3382/PS/PEW161>
- Zheng, Y., Xie, T., Li, S., Wang, W., Wang, Y., Cao, Z., & Yang, H. (2022). Effects of Selenium as a Dietary Source on Performance, Inflammation, Cell Damage, and Reproduction of Livestock Induced by Heat Stress: A Review. *Frontiers in Immunology*,

1536 12(January), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.820853>
1537 Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014).
1538 Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 20051.
1539 *Poultry Science*, 93(12), 2970–2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585

TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional das dietas de frangos de corte alimentados em função da fase (d de idade)¹

Ingredientes (kg)	Fase (d de idade)				Valor ³ (R\$/Kg)
	01 -07	08 -21	22 -33	34 -42	
Milho	63,249	62,435	61,744	64,214	1,60
Farelo de soja	30,374	30,618	30,491	28,603	2,90
Fosfato bicálcico	1,917	1,680	1,420	1,11	7,86
Calcário	0,983	0,881	0,827	0,714	0,75
L-lisina	0,523	0,451	0,353	0,266	27,00
Sal comum	0,506	0,488	0,464	0,435	2,29
Suplemento ¹	0,500	0,450	0,35	0,300	32,00
DL-metionina	0,423	0,384	0,328	0,258	27,00
L-arginina	0,243	0,180	0,092	0,018	313,00
L-treonina	0,229	0,193	0,143	0,09	15,85
L-valina	0,200	0,159	0,100	0,04	116,71
L-triptofano	0,029	0,019	0,006	0	162,69
OB [†]					50,00
APC [†]					69,88
Óleo de soja [†]					7,0
Composição calculada ²					
Energia met. (Mcal/kg)	2,97	3,05	3,15	3,20	
Ácido linoleico (%)	1,74	2,37	3,21	3,39	
Proteína bruta (%)	20,74	20,50	20,00	19,00	
Cálcio (%)	0,97	0,87	0,79	0,66	
Cloro (%)	0,34	0,33	0,32	0,30	
Fósforo disponível (%)	0,46	0,41	0,37	0,31	
Sódio (%)	0,22	0,21	0,20	0,19	
Potássio (%)	0,74	0,74	0,74	0,71	
Arginina digestível (%)	1,39	1,34	1,25	1,13	
Lisina digestível (%)	1,30	1,25	1,17	1,06	
Met. + Cist. digestível (%)	0,96	0,92	0,87	0,78	
Metionina digestível (%)	0,68	0,64	0,59	0,51	
Treonina digestível (%)	0,86	0,82	0,77	0,70	
Triptofano digestível (%)	0,23	0,22	0,21	0,19	
Valina digestível (%)	1,00	0,96	0,90	0,81	

¹Composição por kg do produto: Vitamina A, 3.080.000 UI; Vitamina E, 11.500 UI; Vitamina B1, 817 mg; Vitamina B2, 2.000 mg; Vitamina B6, 1.150 mg; Vitamina B12, 5.000 mcg; Vitamina K3, 605 mg; Vitamina D3, 750.000 UI; Pantotenato de cálcio, 4.115 mg; Niacina, 12 g; Ácido fólico, 320 mg; Biotina, 28 mg; Zinco, 19 g; Ferro, 13 g; Manganês, 20 g; Cobre, 3.000 mg; Iodo, 305 mg; Cobalto, 50 mg; Selênio, 74 mg; Etoxiqum, 25 mg; B.H.A., 20 mg; Veículo Q.S.P., 1.000 mg. [†]As concentrações desses ingredientes estão detalhadas na Tabela 2. ²Composição calculada com base na inclusão de todos os ingredientes, incluindo o óleo de soja e de buriti apresentados na tabela 2. ³Preços médios obtidos no mercado local de Teresina no período experimental

Tabela 2. Valores de inclusão de óleo de buriti para compor as dietas experimentais e antibiótico promotor de crescimento para dieta controle dos frangos de corte com ajuste de inerte e óleo de soja para manutenção do nível energético dietético destacado na tabela 1²

Ingredientes (kg)	Tratamentos (inclusão de óleo de buriti)			
	(%)			
	CP	0,0	0,4	0,8
01 - 07 d de idade				
OB	0,000	0,000	0,400	0,800
APC	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	0,626	0,626	0,311	0,000
Inerte	0,195	0,200	0,114	0,026
Ração base	99,174	99,174	99,174	99,174
Total	100	100	100	100
08 - 21 d de idade				
OB	0,00	0,000	0,400	0,800
APC	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	1,862	1,862	1,55	1,238
Inerte	0,195	0,200	0,112	0,024
Ração base	97,938	97,938	97,938	97,938
Total	100	100	100	100
22 - 33 d de idade				
OB	0,000	0,000	0,400	0,800
APC	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	3,483	3,483	3,171	2,859
Inerte	0,195	0,200	0,112	0,024
Ração base	96,317	96,317	96,317	96,317
Total	100	100	100	100
34 - 42 d de idade				
OB	0,000	0,000	0,400	0,800
APC	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	3,753	3,753	3,441	3,129
Inerte	0,195	0,200	0,112	0,024
Ração base	96,047	96,047	96,047	96,047
Total	100	100	100	100

Tab. 148. Desempenho produtivo acumulado (1 a 35 e 1 a 42 d de idade) de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti

Variáveis	Tratamentos					P- Valor	SEM	CV (%)
	d	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
PMC (g/ave)	1 - 35	2110,5 ^{ab}	2043,2 ^b	2159,4 ^a	2062,9 ^{ab}	0,01	14,89	3,59
CR (g/ave)	1 - 35	2909,7	2909,5	3001,9	2888,2	0,15	19,26	3,57
	1 - 42	4519,7	4329,7	4499,0	4407,7	0,24	35,69	4,06
GP (g/ave)	1 - 35	2067,5 ^{ab}	2000,1 ^b	2116,2 ^a	2019,5 ^b	0,01	14,88	3,62
	1 - 42	2857,7 ^a	2681,7 ^b	2886,1 ^a	2827,1 ^{ab}	0,05	28,70	4,79
CA (g:g)	1 - 35	1,417	1,455	1,428	1,432	0,22	0,05	3,30
	1 - 42	1,584	1,626	1,561	1,568	0,26	0,01	3,60

Valores expressos como médias. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). PMC: peso médio corporal; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

1623

1624

1625

1626

1627

1628

1629

1630

1631

1632

1633

1634

1635

1636

1637

1638

1639

1640

1641

1642

1643

1644

1645

1646

1647

1648

1649

1650

1651

1652

1653

1654

Tabela 4. Parâmetros hematológicos de frangos de corte aos 42 d de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti

Variáveis	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
Hemácias (10 ⁶ /mm ³)	1,91	2,22	2,05	2,17	0,14	0,05	13,46
Hemoglobina (g/dL)	8,00	8,45	8,39	8,22	0,26	0,09	5,99
Hematócrito (%)	29,25	30,00	29,00	29,14	0,78	0,37	7,08
VGM (fL)	155,03	136,83	146,83	140,13	0,31	3,65	14,10
CHCM (g/dL)	27,35	28,17	28,22	27,65	0,94	0,23	4,83
Proteína total (g/dL)	3,45	3,25	3,60	3,62	0,09†	0,06	9,20
Trombócitos (10 ³ /mm ³)	29,50	42,12	38,00	35,12	0,39	2,62	4,95

Valores expressos como médias. †Valores próximos à significância estatística (tendência; P próximo a 0,05). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). VGM: volume globular médio; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média; fL: femtolitros; DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

1684 Tabela 5. Parâmetros leucocitários, níveis séricos de MDA e óxido nítrico de frangos de corte
 1685 aos 42 d de idade, alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou
 1686 suplementadas com óleo de buriti

Variáveis (10 ³ /μL)	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
Leucócitos	42,7	51,7	46,6	44,9	0,65	2,6	31,91
Heterófilos	20,9	24,6	22,9	23,8	0,92	1,9	20,07
Linfócitos	19,1	21,6	18,7	16,6	0,70	1,4	44,01
Eosinófilos	2,4	2,9	2,9	3,6	0,92	5,8	116,13
Monócitos	0,3	2,6	2,0	0,9	0,10†	3,7	137,57
MDA Sérico (μmol/L)	11,62	9,57	9,94	7,60	0,68	2,33	64,6
Óxido nítrico (μmol/L)	3,34 ^b	2,68 ^{ab}	2,28 ^b	2,69 ^{ab}	0,03	0,030	83,22

1687 Valores para leucócitos expressos em médias em milhares/mm³. Leucócitos expressos em 10³/μL. Médias seguidas
 1688 por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de SNK ($P \leq 0,05$), exceto para os
 1689 parâmetros MDA e ON, cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). †Valores com P próximo a
 1690 0,05 indicam tendência estatística. MDA expresso em μmol/L; ON expresso em μmol/L, DSA: dieta sem antibiótico
 1691 promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.
 1692 .

1693

1694

1695

1696

1697

1698

1699

1700

1701

1702

1703

1704

1705

1706

1707

Tab. 17086. Efeito da suplementação dietética com antibiótico promotor de crescimento e óleo de buriti nas vilosidades e criptas do duodeno e jejuno de frangos de corte aos 42 d de idade

Tratamentos							
Duodeno (µm)							
Variáveis	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB	P-Valor	SEM	CV (%)
PV	3574,5	3678,1	3464,4	3608,8	0,46	84,32	13,83
AV	1738	1806	1673,8	1742	0,56	42,66	14,59
LV	251,5	238,6	208,7	231,9	0,20	10,44	27,28
AC	192,6 ^{ab}	200,5 ^a	175,9 ^b	173,8 ^b	0,02	5,49	12,05
LC	63,5	66,6	66,1	70,4	0,64	1,74	14,21
CM	219,2	231,2	219,4	197,3	0,14	8,75	14,08
RVC	9,1	9,0	9,6	10,1	0,72	0,24	10,07
Jejuno (µm)							
PV	2794,3	2659,9	2929,5	2906,6	0,70	65,16	9,61
AV	1375,7	1230,5	1485	1415,8	0,61	34,91	10,51
LV	160,3	136,6	148,5	182,1	0,07	6,53	13,19
AC	201	210,9	177,1	185,7	0,10†	3,72	8,82
LC	61	55	60,8	58,5	0,75	2,04	16,3
CM	264,1	300,1	250,8	253,5	0,19	5,14	11,07
RVC	6,8	6,9	7,2	7,6	0,46	0,24	13,39

Valores expressos como médias. †Valores próximos à significância estatística (tendência; *P* próximo a 0,05). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). PV: perímetro das vilosidades; AV: altura do vilo; LV: largura do vilo; AC: altura da cripta; LC: largura da cripta; CM: camada muscular; RVC: relação vilo:cripta; DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

.1714

1715

1716

1717

1718

1719

1720

1721

1722

1723

1724

1725

1526 7. Rendimento de carcaça e pesos relativos dos órgãos de frangos de corte aos 35 d de idade
1527 alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti

Variáveis	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
RC (%)	79,0	78,3	79	78,5	0,14	0,17	1,09
RP (%)	38,1	37,3	37,3	37,7	0,78	0,31	4,9
RCx (%)	13,7	13,7	14	13,5	0,59	0,13	5,42
RSC (%)	15,1	15,5	14,9	15,3	0,79	0,04	8,14
RA (%)	4,8	4,9	4,8	4,8	0,90	0,04	8,14
RT (%)	4,8	5,0	4,9	5,0	0,29	0,05	6,04
RM (%)	2,06	2,01	2,2	2,0	0,33	0,04	10,7
PRF (%)	2,5	2,5	2,5	2,5	0,98	0,03	6,61
PRC (%)	0,68	0,72	0,71	0,68	0,33	0,01	7,32
RGA (%)	1,1	1,1	1,2	1,2	0,15	0,04	17,85
PRFB (%)	0,30	0,34	0,25	0,30	0,22	0,02	28,21

1728 expressos em porcentagem (%). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo
1729 teste de SNK ($P \leq 0,05$). RC: rendimento de carcaça; RP: rendimento de peito; RCx: rendimento de coxa; RSC: rendimento de
1730 sobrecoxa; RA: rendimento de asa; RT: rendimento de tulipa; RGA: rendimento de gordura abdominal; PRF: peso relativo do
1731 fígado; RM: rendimento de moela; PRC: peso relativo do coração; PRBF: peso relativo da bursa de Fabricius; DSA: dieta sem
1732 antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

Tabela 8. Efeito da suplementação de óleo de buriti sobre a população microbiana cecal ($\log^{10}$ UFC/g) de frangos de corte aos 42 d de idade

Variáveis	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
Enterobacteriaceas	51500	91250	55750	52750	0,48	15161	68,27
<i>Eschericia</i> sp.	24500	23250	18750	18250	0,18	13051	231,35
Coliformes	13250	19250	14750	11250	0,92	5591	108,13
<i>Salmonella</i> sp.	12650	25300	22250	16125	0,87	6927	102,68

Valores expressos em média. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

1772

1773

1774

1775

1776

1777

1778

1779

1780

1781

1782

1783

1784

1785

1786

1787

1788

1789

1790

1791

1792

1793

1794

1795

1796

1797

1798

1799

1800

1801

1802

1803

1804

1805

1806

1807

1808

1809

1810

1811

1812

1813

1814

1815

1816

Tabela 9. Análise de viabilidade econômica da inclusão de óleo de buriti em dietas sem antibiótico para frangos de corte aos 42 d de idade.

Variáveis	Tratamentos				<i>P- Valor</i>	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
RBM (R\$/frango)	17,31	16,94	17,87	17,35	0,01	0,16	4,60
CMA (R\$/frango)	13,13 ^b	12,86 ^b	14,05 ^a	14,46 ^a	<0,0001	0,15	3,85
MBM (R\$/frango)	4,18 ^a	4,08 ^a	3,82 ^a	2,89 ^b	0,0001	0,14	15,27
RM (%)	31,8 ^a	31,7 ^a	27,16 ^a	20,01 ^b	<0,0001	1,17	15,37
IRR (%)	100,25 ^a	100,00 ^a	85,61 ^a	63,08 ^b	<0,0001	3,21	13,58

Valores seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). RBM = renda bruta média; CMA = custo médio de alimentação; MBM = margem bruta média; RM = rentabilidade média; IRR = índice relativo de rentabilidade; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

CAPÍTULO IV

Aditivo funcional na otimização da qualidade e estabilidade da carne de frangos de corte sob desafio sanitário

O artigo foi elaborado atendendo aos pré-requisitos para submissão à revista *Meat Science*

Efeito do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) na qualidade e estabilidade oxidativa da carne
de frangos de corte submetidos a desafio sanitário

Francisca Luana de Araújo Carvalho*, Leilane Rocha Barros Dourado[†], Iara Silva Sousa [‡]

luanaraielly@hotmail.com, leilane@ufpi.edu.br, iarasowzza@hotmail.com

Afiliações

Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Teresina 64049-550, PI, Brasil

Autor correspondente: Francisca Luana de Araújo Carvalho, luanaraielly@hotmail.com

Resumo

O óleo de buriti (OB) destaca-se por sua composição bioativa, rica em antioxidantes naturais, com potencial para melhorar a qualidade da carne. Este estudo avaliou os efeitos da inclusão de OB em substituição ao antibiótico promotor de crescimento (APC) sobre o peso corporal, rendimento de carcaça, capacidade antioxidante e estabilidade oxidativa da carne de frangos de corte sob desafio sanitário. Foram utilizados 480 pintos machos Ross AP95, distribuídos em quatro tratamentos e oito repetições: controle positivo (dieta com APC sem OB); controle negativo: (dieta sem antibiótico (DSA) + 0,0% OB); dietas com OB: (DSA + 0,4% OB e DSA + 0,8% OB). A inclusão de 0,4% de OB promoveu maior rendimento de carcaça (80,2% vs. 78,6%) e maior atividade antioxidante medida pelo DPPH (54,64% vs. 36,18%) em relação ao grupo controle positivo. O nível de 0,8% reduziu significativamente a oxidação lipídica (TBARS = 2,56 vs. 2,80 mg MDA/kg), sem afetar pH, cor, perda por gotejamento, perda por cocção e força de cisalhamento da carne. Conclui-se que o OB é uma alternativa funcional promissora aos antibióticos, com potencial para melhorar a estabilidade oxidativa da carne de frangos de corte, por meio da redução da oxidação lipídica e do aumento da capacidade antioxidante, sem comprometer suas características físico-químicas.

Palavras-chave: Antioxidantes naturais, estabilidade oxidativa, óleo de buriti, óleo funcional, qualidade da carne.

1. Introdução

A crescente demanda por alimentos funcionais e de menor impacto ambiental tem impulsionado a substituição de aditivos sintéticos por compostos naturais (He et al., 2023). A retirada dos antibióticos promotores de crescimento (APC) da avicultura foi iniciada na União Europeia em 2006 e posteriormente adotada em outros países devido às preocupações com resistência antimicrobiana. Essa medida trouxe novos desafios à manutenção do desempenho produtivo, do rendimento de carcaça e da qualidade da carne, particularmente sob condições de desafio sanitário.

A oxidação lipídica compromete a qualidade sensorial, o valor nutricional e a vida útil da carne, gerando perdas econômicas (Oke et al., 2024). Infecções bacterianas e desequilíbrios da microbiota intensificam esse processo pela maior produção de espécies reativas de oxigênio (ERO). Nesse contexto, antioxidantes naturais têm sido avaliados como alternativas aos aditivos convencionais (Loetscher et al., 2013). Eles reduzem a formação de compostos reativos durante o armazenamento e preparo da carne e diminuem formação de aldeídos tóxicos associados a distúrbios metabólicos (Jiang & Xiong, 2016; Petracci et al., 2019). Adicionalmente, conferem propriedades funcionais ao produto, agregando valor nutricional e tecnológico (Castilho Heiss et al., 2025).

O buritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.), palmeira nativa da Amazônia pertencente à família Arecaceae, produz cerca de 5000 toneladas de frutos anualmente no Brasil (IBGE, 2023). Seus frutos têm importância econômica devido à presença de β -caroteno, tocoferóis e ácido oleico, aplicados nas indústrias alimentícia e cosmética (Santos et al., 2012). O mesocarpo contém fenólicos, carotenoides, ácido ascórbico e fitoesteróis com atividade antioxidante, associados à prevenção de distúrbios relacionados ao estresse oxidativo (Rudke et al., 2019).

O óleo extraído dessa fração apresenta ação antimicrobiana contra *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.* e *Escherichia coli*, além de efeito cicatrizante em modelos animais (Batista et al., 2012; Koolen et al., 2013; Monteiro et al., 2019). Esses constituintes contribuem para a estabilidade oxidativa dos tecidos e podem melhorar atributos da carne, como cor, pH, textura, retenção de água e sabor (Symoniuk et al., 2019; Piranavatharsan et al., 2023). Atuam reduzindo a formação de aldeídos tóxicos, como o malonaldeído, durante o armazenamento e o preparo térmico (Estévez & Xiong, 2021; Silva et al., 2024).

A exposição de frangos de corte a *Salmonella sp.*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* compromete a integridade intestinal, induz inflamação sistêmica e prejudica a

qualidade da carne, com alterações no pH, retenção de água e oxidação lipídica (Mishra & Jha, 2019; Sammari et al., 2023; Yue et al., 2024).

Embora o OB apresente efeitos sobre a saúde intestinal e o desempenho produtivo, informações sobre sua influência na qualidade da carne em condições de desafio sanitário permanecem limitadas (Santis et al., 2022; Carvalho et al., 2024). Inclusões moderadas (~0,45%) preservam o desempenho, enquanto níveis entre 1 e 2% favorecem atributos da carne (Dourado et al., 2025).

Neste contexto, o presente estudo avaliou os efeitos da inclusão dietética de OB sobre o rendimento de carcaça, qualidade da carne, características físico-químicas e estabilidade oxidativa da carne de frangos de corte submetidos a desafio sanitário.

2. Materiais e métodos

2.2 Aprovação de ética

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Piauí (protocolo nº 749/2022) e conduzido conforme as diretrizes do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

2.3 Local e condições experimentais

O experimento foi conduzido no Biotério de Aves do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Teresina, Piauí, Brasil, no período de setembro a outubro de 2023.

2.4 Animais, delineamento experimental e tratamentos

Foram utilizados 480 pintos machos de um dia da linhagem Ross AP95, com peso médio inicial de $43,17 \pm 0,64$ g. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, oito repetições e 15 aves por unidade experimental, totalizando 32 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram em: CP: controle positivo (com halquinol, sem óleo de buriti); CN: controle negativo (sem halquinol, sem óleo de buriti); OB0.4: dieta sem halquinol suplementada com 0,4% de óleo de buriti; OB0.8: dieta sem halquinol suplementada com 0,8% de óleo de buriti.

2.5 Dietas experimentais

As dietas foram formuladas com base em milho e farelo de soja, sendo isoenergéticas e isoproteicas, de acordo com as exigências nutricionais para frangos de corte estabelecidas por Rostagno et al. (2017). A energia metabolizável do OB foi considerada como 6.854 kcal/kg, conforme Dourado et al. (2025). A substituição parcial do óleo de soja por OB foi realizada com ajustes no nível de inerte, mantendo o valor energético e proteico constante entre os tratamentos. A composição e os níveis de inclusão dos ingredientes estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. O OB foi fornecido pela Cooperativa dos Produtores do Vale do Gurguéia (Bom Jesus, Piauí, Brasil).

2.6 Desafio sanitário

O experimento foi conduzido sob desafio sanitário leve, utilizando cama aviária reutilizada por 12 meses, oriunda de galinhas poedeiras mantidas em sistema *cage-free*. A cama foi previamente submetida à análise microbiológica, revelando contaminação, com detecção de *Salmonella spp.* (presença) e contagens elevadas de coliformes totais ($>10^3$ UFC/g), coliformes termotolerantes ($>10^4$ UFC/g), *Enterobacteriaceae* ($>10^2$ UFC/g), *Escherichia coli* ($>10^4$ UFC/g), *Staphylococcus aureus* ($>10^4$ UFC/g) e fungos filamentosos e leveduras ($>10^4$ UFC/g). Todas as contagens excederam os limites estabelecidos para biossólidos classe A, conforme a Resolução Conama n.º 375/2006. As análises microbiológicas seguiram metodologias padronizadas da ISO e da APHA, confirmando risco sanitário significativo para as aves.

Para a realização do desafio, a cama foi distribuída nos boxes em uma camada uniforme de 5 cm de espessura e também incorporada à água de bebida, duas vezes por semana, por meio de uma solução preparada na proporção de 1 kg de cama para 4 L de água. A solução foi filtrada e fornecida às aves após uma hora de jejum hídrico, permanecendo disponível por duas horas. Os bebedouros foram higienizados com a mesma frequência, a fim de potencializar o desafio sanitário, conforme protocolo adaptado de Barbosa et al. (2011).

2.7 Manejo

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, em boxes de 3 m² com cama reutilizada de palha de arroz, equipados com comedouros tubulares, bebedouros automáticos pendulares e ventiladores. O ambiente era controlado por cortinas laterais e iluminação programada, com fotoperíodo de 24L:0E na primeira semana, seguido de 16L:8E até os 42 dias. As aves foram vacinadas no incubatório contra Marek, Gumboro e Newcastle. Água e ração foram fornecidas *ad libitum*. A temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente às 10h, por meio de termo-higrômetros digitais (Tomate®, modelo PD003) posicionados à altura do dorso das aves. Durante o período experimental, as temperaturas médias máxima e mínima foi de 32,5 °C e 22,8 °C, respectivamente, e a umidade relativa foi de 67%.

2.8 Parâmetros Avaliados

2.8.1 Avaliação do rendimento de carcaça

Aos 42 dias, duas aves por unidade experimental (n = 64) foram selecionadas com base no peso médio da parcela experimental. Após jejum alimentar de 8 h, com acesso à água, as aves foram pesadas e abatidas por deslocamento cervical, seguido de sangria, depenagem e evisceração, conforme diretrizes do CONCEA. O rendimento de carcaça foi calculado com base no peso vivo pós-jejum. As carcaças evisceradas (sem vísceras, cabeça e pés) foram separadas em cortes comerciais (peito, coxa, sobrecoxa, asa e tulipa), que foram pesados individualmente em balança digital (± 1 g), previamente calibrada. As vísceras (fígado, coração e moela limpa), gordura abdominal e bursa de Fabricius também foram pesadas.

2.8.2 Avaliação da qualidade

Aos 45 minutos pós-abate, as amostras foram mantidas à temperatura ambiente (18–20 °C) para estabilização inicial. Em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sob refrigeração a 4 ± 1 °C até a realização das análises em 24 horas. As medições foram feitas em triplicata. As medições foram realizadas em triplicata. O pH foi determinado com potenciômetro digital específico para carne (HANNA®, HI981036, Itália) e a cor no sistema *CIELab* (L^* , a^* , b^*) com colorímetro portátil (3nh®, NR60CP, China), utilizando fonte de luz padrão D65 (6500 K, luz do dia simulada) e observador de 10°, conforme

Schanda (2007).

A perda de peso por gotejamento (PPG) foi determinada no músculo peitoral maior (lado esquerdo), sem pele, conforme Honikel (1998). Amostras (~20 g) foram pesadas, suspensas em sacos plásticos, refrigeradas (4 ± 1 °C) por 24 horas, secas com papel filtro e novamente pesadas. A PPG foi calculada como: $[(\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial}] \times 100$.

A perda de peso por cocção (PPC) foi determinada em amostras (~70 g), embrulhadas em papel alumínio e cozidas em forno a vapor (40 min) até a temperatura interna do músculo atingir 75 °C. As amostras foram resfriadas (30 minutos, temperatura ambiente), secas e pesadas, conforme Kim et al. (2022). A PPC foi calculada como: $[(\text{peso antes do cozimento} - \text{peso após o cozimento}) / \text{peso antes do cozimento}] \times 100$.

As amostras da PPC foram cortadas em duplicata ($2 \times 1 \times 1$ cm), posicionadas perpendicularmente às fibras e submetidas à análise de força de cisalhamento (FC) em texturômetro (TexturePro CT, Brookfield, EUA) com célula de carga de 10 kg. A análise foi realizada com lâmina Warner-Bratzler, à velocidade de 3 mm/s e profundidade de 30 mm, em um ciclo. Os resultados foram expressos em quilograma-força (kgf), conforme Honikel (1998).

2.8.3 Determinação da capacidade antioxidante (DPPH), atividade antioxidante total (ABTS) e compostos fenólicos totais

As amostras de coxa foram desossadas, identificadas e armazenadas em sacos plásticos selados, congeladas a -18 °C por 60 dias, com monitoramento contínuo da temperatura. Posteriormente, 2,5 g de carne foram homogeneizados com 7,5 mL de água destilada, centrifugados a 1500 rpm por 5 minutos e submetidos à extração com 4,5 mL de clorofórmio. O extrato foi utilizado para análises de capacidade antioxidante (DPPH), atividade antioxidante total (ABTS) e compostos fenólicos totais, conforme Blasi et al. (2016).

A capacidade antioxidante foi determinada pelo método DPPH, conforme Genovese et al. (2008). Foram preparados microtubos contendo 0,1 mL do extrato e 500 µL da solução metanólica de DPPH. As amostras foram homogeneizadas em Termomixer (350 rpm, 20 minutos) e incubadas no escuro por 30 minutos. A absorbância foi lida a 517 nm em espectrofotômetro de microplacas (BioTek Epoch). A capacidade antioxidante foi expressa como % de inibição: $\% \text{ DPPH} = [(\text{Abs controle} - \text{Abs amostra}) / \text{Abs controle}] \times 100$.

A atividade antioxidante foi determinada pelo método ABTS, conforme Re et al. (1999),

radical ABTS foi gerado pela reação de ABTS (7 mmol/L) com persulfato de potássio (2,45 mmol/L), incubado por 16 horas no escuro (25 °C) e diluído até absorvância de $0,70 \pm 0,05$ (734 nm). Na análise, 10 µL do extrato foram adicionados a 1 mL da solução de ABTS, incubados por 6 minutos no escuro, e a absorvância foi lida a 734 nm. A atividade antioxidante foi calculada pela fórmula: $ABTS (\%) = [(Abs \text{ controle} - Abs \text{ amostra}) / Abs \text{ controle}] \times 100$.

Os compostos fenólicos totais foram determinados conforme Genovese et al. (2008). Em microtubos, 0,125 mL do extrato foram misturados a 0,125 mL do reagente Folin-Ciocalteu (10%) e 1 mL de água destilada. Após homogeneização e 3 minutos de repouso, adicionou-se 0,125 mL de carbonato de sódio. As amostras foram incubadas a 37 °C por 30 minutos e a absorvância foi lida a 750 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra seca.

2.8.4 Determinação da oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada pelo método TBARS, conforme Ranucci et al. (2015). Aproximadamente 2 g de carne foram homogeneizados com 6,75 mL de ácido perclórico (3,86%) e 18,7 µL de BHT (4,5%). Após filtração, 1 mL do filtrado foi misturado a 1 mL de ácido 2-tiobarbitúrico (20 mM), aquecido a 95 °C por 30 minutos e resfriado em banho de gelo. A absorvância foi lida a 535 nm. Os resultados foram expressos em g MDA/kg de carne, com base em curva padrão de malonaldeído (MDA).

2.9 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à ANOVA univariada pelo procedimento GLM do software SAS® OnDemand for Academics. As médias foram comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de significância. Diferenças foram consideradas significativas quando $P \leq 0,05$ e indicativas de tendência quando $0,05 < P \leq 0,10$.

3. Resultados

Na Tabela 3 estão apresentados os efeitos dos tratamentos sobre o PMC, o RC e os pesos relativos dos órgãos de frangos de corte aos 42 dias de idade. O PMC foi maior no grupo OB0.4 em comparação ao grupo CN ($P \leq 0,05$) e sem diferença em relação aos demais

tratamentos. O RC no grupo OB0.4 superou os grupos CN e OB0.8 ($P = 0,03$) e foi semelhante ao CP. O peso relativo do fígado foi menor no grupo OB0.4 ($P = 0,036$) em relação aos grupos CN e OB0.8, não diferindo do controle.

O tratamento CN apresentou tendência estatística ($P = 0,06$) de aumento no peso relativo da bursa de Fabricius, sem diferenças nos demais grupos. Os rendimentos de peito, coxa, sobrecoxa, asa e tulipa, bem como os pesos relativos de moela, coração e gordura abdominal, não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$).

A Tabela 4 apresenta os valores de cor, pH, PPC, PPG e FC da carne do peito de frangos aos 42 dias de idade. A luminosidade (L^*) aos 45 minutos pós-abate apresentou tendência de redução no grupo OB0.4 ($P = 0,08$). Os valores de a^* , b^* e pH, tanto aos 45 minutos quanto após 24 horas, permaneceram semelhantes entre os tratamentos ($P > 0,05$). Os valores de PPC, PPG e FC foram semelhantes entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Na Tabela 5 estão apresentados os dados de atividade antioxidante e oxidação lipídica na carne (coxa) de frangos aos 42 dias de idade. A atividade antioxidante medida pelo DPPH foi maior no grupo OB0.4 ($P = 0,001$), que diferiu dos demais tratamentos. Os outros grupos apresentaram valores semelhantes entre si. Para a oxidação lipídica (TBARS), o grupo OB0.8 apresentou menor valor ($P = 0,001$) em relação aos grupos CP e CN, sendo semelhante ao grupo OB0.4, que, por sua vez, não diferiu dos demais. Os valores de fenólicos totais e da atividade antioxidante determinada pelo método ABTS não variaram entre os tratamentos ($P > 0,05$).

4. Discussão

4.1 Peso médio corporal e rendimento de carcaça

A inclusão de OB em dietas livres de antibióticos resultou em maior PMC, com desempenho semelhante ao controle positivo com APC. Esse efeito está possivelmente associado à presença de tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos, os quais mantêm a integridade intestinal e favorecem a absorção e utilização de nutrientes (de Santos Moraes et al., 2022; Oliveira et al., 2020).

Esses constituintes também atuam na modulação da microbiota intestinal e da resposta imune, aspectos relevantes sob desafio sanitário. Resultados semelhantes foram observados em frangos desafiados com *Eimeria spp.* suplementados com óleos ricos em antioxidantes,

como 0,2% de copaíba e 0,15% de coco (Elewa et al., 2023), evidenciando que compostos naturais com propriedades antioxidantes apresentam potencial para substituir APC em condições de estresse entérico.

A inclusão de 0,4% de OB aumentou o RC, apresentando resposta equivalente ao grupo com APC, o que representa maior eficiência metabólica sob desafio sanitário. Em contrapartida, o nível de 0,8% esteve associado à redução do RC, possivelmente devido à maior carga lipídica hepática decorrente do excesso de ácidos graxos insaturados, o que pode limitar a deposição tecidual mesmo com alta digestibilidade do ácido oleico (~78%) e presença de compostos antioxidantes (Santamarina et al., 2021; Santos Moraes et al., 2022).

Essa resposta apresenta caráter dose-dependente, em que níveis moderados de OB estiveram relacionados a maior eficiência produtiva, enquanto inclusões mais elevadas estiveram associadas a desempenho reduzido. Diferenças observadas em outros estudos (Carvalho et al., 2024; Dourado et al., 2025) podem estar associadas à variação da dieta basal e à intensidade do desafio experimental.

A estabilidade nos pesos relativos do fígado e da gordura abdominal com 0,4% de OB evidencia ausência de sobrecarga lipídica. Resultados semelhantes foram relatados por Cruvinel et al. (2023) com o uso de óleo de pequi (0,33%), cuja composição lipídica é semelhante à do OB, observando-se manutenção do peso hepático em níveis comparáveis ao grupo controle positivo. Em contraste, a inclusão de 0,8% de OB reduziu o rendimento de carcaça e aumentou o peso hepático, sem excesso de lipídios na dieta (~3,9%). O fígado é o principal regulador do metabolismo de carboidratos e lipídios, responsável pela síntese de proteínas plasmáticas e pela neutralização de compostos reativos. O aumento pode estar relacionado ao acúmulo de metabólitos derivados da oxidação lipídica e ao maior esforço em processos de detoxificação e metabolismo energético.

Carvalho et al. (2024) relataram aumento no peso relativo do pâncreas com 0,8% de OB, associado a maior demanda digestiva, conforme descrito por Çenesiz & Çiftci (2020). Carotenoides, fenólicos e tocoferóis, em concentrações elevadas, podem apresentar efeito pró-oxidante sob condições de estresse oxidativo, favorecendo a geração de radicais livres e alterações hepáticas (Elvira-Torales et al., 2019; Miazek et al., 2022). Em frangos, Dong et al. (2020) observaram aumento de MDA e redução da atividade antioxidante hepática com altas doses de quercetina, e resultados semelhantes foram reportados em roedores suplementados com doses elevadas de carotenoides (2,6 mg/kg/dia) (Peng et al., 2013).

O peso relativo da bursa de Fabricius é amplamente utilizado como indicador da condição imunológica das aves. Durante desafios infecciosos, é comum o aumento desse

órgão, reflexo da ativação do sistema imune frente aos agentes patogênicos (Zheng et al., 2016). A manutenção ou leve redução do peso, mesmo sob condição sanitária adversa, pode refletir uma resposta imunológica eficiente e regulada frente aos tratamentos nutricionais empregados. (Raji et al., 2017). No presente estudo, os grupos suplementados com OB apresentaram menor peso relativo da bursa de Fabricius em comparação ao grupo sem aditivos, com valores semelhantes ao grupo controle com APC. A diferença observada está associada à presença de flavonoides e ácidos fenólicos, compostos bioativos que modulam a inflamação e favorecem a maturação de células imunocompetentes (Mahfuz et al., 2021).

4.2 Parâmetros físico-químicos (pH e cor)

Os antioxidantes dietéticos naturais podem contribuir para a preservação da qualidade da carne ao reduzir o estresse oxidativo e manter suas propriedades físico-químicas e sensoriais (Costa et al., 2020). Sob essas condições, a inclusão dietética desses compostos pode minimizar os efeitos prejudiciais do estresse oxidativo e refletir positivamente nas características do produto (Estévez, 2015). O OB é uma fonte natural desses compostos e pode favorecer a estabilidade oxidativa e tecnológica da carne (Speranza et al., 2016).

Contrariamente às expectativas, não foram observados efeitos das doses testadas sobre a cor e pH da carne do peito. Esses resultados divergem de estudos que relatam que níveis dietéticos de OB pode aumentar as cores a^* e b^* (Dourado et al., 2025), e seus compostos melhoram a integridade celular, retardam a oxidação de lipídios e pigmentos e, consequentemente, influenciam positivamente a capacidade de retenção de água e a descoloração (Elbaz et al., 2023).

Aos 45 minutos pós-abate, os valores médios de L^* , a^* e b^* permaneceram dentro da faixa de normalidade descrita para carne de peito de frangos de corte (Qiao et al., 2001; Smith & Northcutt, 2009). Após 24 horas de refrigeração, houve aumento de L^* e redução de a^* e b^* , refletindo carne mais clara, condição possivelmente associada ao estresse calórico, que pode comprometer a estabilidade da mioglobina e a retenção de água (Lee et al., 2022).

O pH é um parâmetro fundamental de qualidade, influenciando a capacidade de retenção de água, textura, cor e estabilidade microbiológica da carne, por refletir a taxa de glicólise pós-abate e o acúmulo de ácido lático (Lei et al., 2018). Aos 45 min post-mortem, o valor médio de pH foi 6,18, dentro da faixa fisiológica para carne de frango e compatível com estabilidade metabólica (S. K. Lee et al., 2022). Após 24 h, entretanto, o pH permaneceu em 6,09, evidenciando queda insuficiente em relação ao esperado.

Esse resultado é consistente com a menor disponibilidade de glicogênio muscular no pré-abate, atribuída à interação entre estresse calórico (32,5 °C; UR 67%) e desafio sanitário, fatores que limitaram a glicólise e a formação de ácido lático (Gonzalez-Rivas et al., 2020; Zeferino et al., 2016). Achados semelhantes foram descritos em frangos submetidos ao estresse térmico, nos quais a redução das reservas de glicogênio comprometeu a acidificação post-mortem (Cartoni Mancinelli et al., 2023).

4.3 Parâmetros de qualidade física (PPC, PPG e FC)

A capacidade de retenção de água influencia diretamente atributos como suculência e maciez da carne, sendo regulada pela integridade das proteínas miofibrilares, pela estrutura das fibras musculares e pela estabilidade do pH pós-abate (Farouk et al., 2014). A suplementação com OB não alterou significativamente a PPC, a PPG ou FC, resultados compatíveis com a manutenção do pH e da estrutura proteica (Perin et al., 2023).

A estabilidade desses parâmetros sugere preservação das proteínas estruturais e ausência de acidificação excessiva, condições favoráveis à retenção de água e à textura da carne (Bosetti et al., 2020). Apesar da presença de ácido oleico no OB, associado à integridade de membranas celulares (Choi et al., 2023), a ausência de efeito expressivo pode estar relacionada aos níveis adequados de vitamina E na dieta basal, que fornecem proteção antioxidante suficiente (Chen et al., 2024).

A força de cisalhamento manteve-se estável, indicando conservação da matriz colágena. Embora a inclusão de 2% de OB tenha sido associada a aumento desse parâmetro em outros estudos (Martins, 2017), os níveis avaliados neste experimento (0,4% e 0,8%) não comprometeram a maciez. Segundo Dourado et al. (2025), esse efeito dose-dependente pode refletir alterações na organização do colágeno em concentrações elevadas do óleo.

4.4 Compostos fenólicos totais

O OB contém ácidos fenólicos, como gálico, cafeico, ferúlico e p-cumárico, reconhecidos por sua atividade antioxidante por mecanismos de doação de hidrogênio, quelação de metais e neutralização de radicais livres (Surai, 2014). No entanto, a adição de OB não alterou os teores de compostos fenólicos totais na carne, o que é atribuído à sua baixa biodisponibilidade muscular devido à metabolização intestinal e hepática, seguida de excreção

ou conversão em metabólitos inativos (Branciari et al., 2017). Achados semelhantes foram relatados em frangos suplementados com óleo de bociúva, nos quais, apesar da ausência de acúmulo muscular, foram observados efeitos antioxidantes sistêmicos (Perin et al., 2023).

Mesmo sem acúmulo no tecido muscular, os metabólitos formados modulam enzimas como superóxido dismutase, glutathione peroxidase e catalase, reduzindo a oxidação lipídica (Mazur-Kuśnerek et al., 2019). Efeito semelhante é observado com antioxidantes naturais ricos em carotenoides (Bao et al., 2022). A literatura reforça que dietas contendo 1036,96 mg/kg de carotenoides, associados a ácidos graxos insaturados, modulam a expressão de genes antioxidantes hepáticos, como *SOD1*, *CAT* e *GPX2*, favorecendo a proteção contra o estresse oxidativo (Cruvinel et al., 2023; Faria et al., 2020).

4.5 Atividade e capacidade antioxidante (DPPH e ABTS)

A exposição de frangos a *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* desencadeia uma resposta inflamatória exacerbada, mediada pela ativação do sistema imune inato e pela produção intensificada de ERO por macrófagos e heterófilos (Ijaz et al., 2021). O excesso de ERO ultrapassa a capacidade neutralizadora dos sistemas antioxidantes endógenos, resultando em danos a lipídios, proteínas e membranas celulares (He et al., 2003) e estabelecendo um ambiente favorável à oxidação e ao comprometimento da qualidade da carne (Y. Li et al., 2024).

A suplementação dietética com 0,4% de óleo de buriti (OB) elevou a atividade antioxidante (DPPH) em 24,5% em relação à dieta sem aditivos e em 51% em comparação à dieta contendo antibiótico promotor de crescimento, demonstrando eficácia na restauração do equilíbrio redox sob estresse oxidativo. Esse efeito está associado à presença de compostos lipofílicos, como carotenoides e tocoferóis, que neutralizam ERO, interrompem reações em cadeia da peroxidação lipídica e preservam a integridade das membranas celulares (Faria et al., 2020; Nascimento Silva et al., 2023). Efeitos comparáveis foram observados em frangos suplementados com óleos essenciais de manjerição, tomilho e sálvia (Vlaicu et al., 2023).

A modulação do estado redox pelos compostos do OB reduz a formação de peróxidos e retarda processos oxidativos que comprometem parâmetros essenciais da carne (Symoniuk et al., 2019). Essa relação entre a atividade antioxidante e a estabilidade oxidativa é corroborada por análises *in vitro*, nas quais o OB apresentou 73,15% de inibição do radical DPPH, valor substancialmente superior ao observado para azeite de oliva (8,8%) e óleo de coentro (26,7%), confirmando seu elevado potencial redutor (Speranza et al., 2016).

Os antioxidantes presentes no OB mantêm a atividade de enzimas endógenas como catalase e superóxido dismutase, e protegem tecidos suscetíveis ao estresse oxidativo, como epitélio intestinal, fígado e células imunocompetentes (Aryal et al., 2025). Atuam por mecanismos como a neutralização de radicais livres, inativação de catalisadores pró-oxidantes e modulação da expressão gênica, reforçando as defesas celulares (Jomova et al., 2024). Compostos como vitamina E, carotenoides e flavonoides contribuem nesse processo (Hassanpour & Doroudi, 2023).

A natureza lipofílica do OB favorece a absorção intestinal de seus compostos, aumentando sua biodisponibilidade e ação sistêmica (Latief et al., 2018; Zanatta et al., 2010). Essa característica também está relacionada à sua ação antimicrobiana, pois facilita a penetração nas células bacterianas e a desestabilização das membranas (Santos Moraes et al., 2022). Os antioxidantes presentes no óleo afetam diretamente a integridade e a função da membrana, resultando em danos celulares e morte bacteriana (L. Li et al., 2021). Além disso, podem estimular a secreção de muco intestinal, dificultando a adesão de patógenos e promovendo maior estabilidade da microbiota (Chang & Yu, 2022).

Por outro lado, a inclusão de 0,8% de OB resultou em menor atividade antioxidante, possivelmente devido à saturação dos mecanismos de absorção intestinal de compostos lipossolúveis e à redução da eficiência antioxidante em concentrações supranutricionais, fenômeno descrito para antioxidantes naturais (Estévez, 2015). Ainda assim, a natureza lipofílica do OB favorece sua absorção intestinal e distribuição sistêmica, ampliando a biodisponibilidade de seus compostos e potencializando sua ação em tecidos suscetíveis ao estresse oxidativo, como o epitélio intestinal e a musculatura esquelética (Latief et al., 2018; Zanatta et al., 2010).

A ausência de efeito no ABTS reflete a seletividade do método, sensível a antioxidantes hidrofílicos, menos representativos no óleo de buriti (Martysiak-Zurowska & Wenta, 2012). Em frangos desafiados com *Salmonella spp.*, o aumento da demanda por antioxidantes endógenos, aliado à rápida metabolização intestinal e hepática de compostos fenólicos, reduz sua biodisponibilidade plasmática e tecidual, dificultando a detecção por esse método (Haq et al., 2022). Essa ausência de resposta não invalida a atividade antioxidante do óleo, mas indica que a maior parte de sua ação ocorre na fração lipídica, fora do escopo de detecção do ABTS (Echegaray et al., 2021; Perin et al., 2023).

4.6 Estabilidade oxidativa

A oxidação lipídica é um dos principais mecanismos de deterioração da carne, resultando na formação de compostos secundários que comprometem suas propriedades sensoriais e nutricionais (Fereidoon & Ying, 2010). O MDA é amplamente utilizado como marcador desse processo, e sua quantificação pelo método TBARS constitui referência para a avaliação da estabilidade oxidativa (Amaral et al., 2018; Piranavatharsan et al., 2023).

Em estudo semelhante, frangos desafiados com *Salmonella spp.* e *Escherichia coli* apresentaram aumento nos níveis de ERO e TBARS nos tecidos, indicando acentuado estresse oxidativo (Zheng et al., 2016; Rosa et al., 2020). De forma compatível, a condição sanitária adversa neste estudo foi associada ao acúmulo de ERO nos tecidos musculares, o que contribuiu para os maiores níveis de TBARS observados nas aves não suplementadas com OB. A inclusão do óleo reduziu significativamente a formação desses compostos, demonstrando efeito protetor contra a peroxidação lipídica.

Esse efeito é atribuído à ação sinérgica dos compostos antioxidantes do OB, capazes de neutralizar ERO e interromper reações em cadeia da oxidação, além de estabilizar membranas celulares e manter a atividade de enzimas endógenas, como catalase e superóxido dismutase (Faria et al., 2020; Oliveira et al., 2020; Zanatta et al., 2010). Em frangos e perus, resultados semelhantes foram relatados com óleos funcionais e vitamina E, ambos associados à menor produção de MDA e maior integridade celular (Cruvinel et al., 2023; Ferket et al., 2020; Nacak et al., 2023).

A quercetina (17,5 mg/g), também presente no OB, está associada ao aumento da capacidade antioxidante, preservação da textura da carne e proteção contra o estresse oxidativo celular (Aquino et al., 2023; Deng et al., 2024). Resultados semelhantes foram relatados com vitamina E, azeite de oliva e óleo de pequi, todos com teores antioxidantes semelhantes (Cruvinel et al., 2023; Jing et al., 2023). O desempenho antioxidante do OB foi equivalente ou superior ao da vitamina E, amplamente utilizada na preservação da estabilidade oxidativa e da integridade celular (Nacak et al., 2023; Y. Zheng et al., 2022).

Esses mecanismos reduzem a formação de aldeídos voláteis responsáveis por odores rancificados e colorações indesejáveis, prolongando a *shelf life* e preservando a qualidade sensorial e o valor nutricional da carne (Estévez & Xiong, 2021). A limitação da oxidação lipídica também previne a formação de compostos citotóxicos, contribuindo indiretamente para a segurança e os benefícios à saúde humana associados ao consumo de carnes com menor teor de produtos oxidativos (Jiang & Xiong, 2016).

5 Conclusão

A inclusão de 0,4% de OB aumentou o PMC, o RC e a capacidade antioxidante (DPPH), enquanto 0,8% reduziu significativamente os níveis de TBARS, sem comprometer a estabilidade físico-química ou a qualidade tecnológica da carne. Os resultados confirmam o potencial do OB como aditivo funcional em dietas de frangos de corte, com ênfase em sistemas isentos de APC. Este estudo contribui com evidências de que o uso de OB melhora a estabilidade oxidativa da carne e agrega valor funcional ao produto, com possíveis implicações positivas para a saúde humana.

Referências

- Abdel-Latif, M. A., Elbestawy, A. R., El-Far, A. H., Noreldin, A. E., Emam, M., Baty, R. S., Albadrani, G. M., Abdel-Daim, M. M., & El-Hamid, H. S. A. (2021). Quercetin dietary supplementation advances growth performance, gut microbiota, and intestinal mrna expressiogenes in broiler chickens. *Animals*, 11(8), 2302. <https://doi.org/10.3390/ani11082302>
- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. In *Animals* (Vol. 11, Issue 12, p. 3471). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani11123471>
- Abudabos, A. M., Alyemni, A. H., Dafalla, Y. M., & Khan, R. U. (2018). The effect of phytogenics on growth traits, blood biochemical and intestinal histology in broiler chickens exposed to *Clostridium perfringens* challenge. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 691–695. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1383258>
- Aidara-Kane, A., Angulo, F. J., Conly, J., Minato, Y., Silbergeld, E. K., McEwen, S. A., Collignon, P. J., Balkhy, H., Collignon, P., Friedman, C., Hollis, A., Kariuki, S., Kwak, H. S., McEwen, S., Moulin, G., Ngandjio, A., Rollin, B., Rossi, F., & Wallinga, D. (2018). World Health Organization (WHO) guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13756-017-0294-9>
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Taha, A. E., Tiwari, R., Iqbal Yatoo, M., Bhatt, P., Khurana, S. K., & Dhama, K. (2019). Omega-3 and omega-6 fatty acids in poultry nutrition: Effect on production performance and health. *Animals*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/ani9080573>
- Almosny, N. R. P., Silva, K. de P., Melo, D. L. da S., Vasconcelos, T. C. de, & Monteiro, A. de O. (1998). Hematologia de aves: Valores normais em hemograma de mutum de Alagoas (Mitu mitu). *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 5(3), 119–122. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2015.116>
- Amaral, A. B., Solva, M. V. Da, & Lannes, S. C. D. S. (2018). Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors - a review. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38, 1–15. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>
- Apostolakos, I., Laconi, A., Mughini-Gras, L., Yapicier, Ö. Ş., & Piccirillo, A. (2021). Occurrence of Colibacillosis in Broilers and Its Relationship With Avian Pathogenic Escherichia coli (APEC) Population Structure and Molecular Characteristics. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(September), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.737720>
- Aquino, J. D. S., Batista, K. S., Araujo-silva, G., Coutinho, D., Guzm, C., Magnani, M., &

- Pontes, C. N. De. (2023). *Antioxidant and Lipid-Lowering Effects of Buriti Oil*.
- Arantes, M. V. C., & Günther, W. M. R. (2023). the Best Sustainable Practices for Chemical Waste Management in Public Higher Education Institutions. *Quimica Nova*, 46(7), 724–730. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230034>
- Arise, R. O., Adebayo, J. O., & Igunnu, A. (2009). Effects of aqueous extract of Eucalyptus globulus on lipid peroxidation and selected enzymes of rat liver. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(2), 077–081.
- Aryal, B., Kwakye, J., Ariyo, O. W., Ghareeb, A. F. A., Milfort, M. C., Fuller, A. L., Khatiwada, S., Rekaya, R., & Aggrey, S. E. (2025). Major Oxidative and Antioxidant Mechanisms During Heat Stress-Induced Oxidative Stress in Chickens. *Antioxidants*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/antiox14040471>
- Ávila, M. A. de, Nunes, Y. R. F., Souza, C. S., Machado, A. de O., Mazzottini-dos-Santos, H. C., Ribeiro, L. M., Santos, R. M. dos, & de Azevedo, I. F. P. (2023). Local environment contributes to shape phenological patterns in *Mauritia flexuosa* L.f. *Forest Ecology and Management*, 545(July), 0–2. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121252>
- Awad, W. A., Hess, C., & Hess, M. (2017). Enteric pathogens and their toxin-induced disruption of the intestinal barrier through alteration of tight junctions in chickens. In *Toxins* (Vol. 9, Issue 2, p. 60). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/toxins9020060>
- Baldi, G., Soglia, F., & Petracci, M. (2020). Current Status of Poultry Meat Abnormalities. *Meat and Muscle Biology*, 4(2), 4–5. <https://doi.org/10.22175/mmb.9503>
- Bao, T., Yao, J., Zhou, S., Ma, Y., Dong, J., Zhang, C., & Mi, Y. (2022). Naringin prevents follicular atresia by inhibiting oxidative stress in the aging chicken. *Poultry Science*, 101(7), 101891. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101891>
- Barbosa, M. U., Silva, M. D. A., Barros, E. M. L., Barbosa, M. U., De Sousa, R. C., Lopes, M. A. D. C., & Coelho, N. P. M. D. F. (2017). Topical action of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) in myositis induced in rats. *Acta Cirurgica Brasileira*, 32(11), 956–963. <https://doi.org/10.1590/s0102-865020170110000007>
- Barbosa, N. A. A., Sakomura, N. K., Oviedo-Rondón, E. O., Bonato, M. A., Kawauchi, I. M., Dari, R. L., & Fernandes, J. B. K. (2011). Mananoligossacarídeos em dietas para frangos de corte. *Ciência Rural*, 41(12), 2171–2176. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782011001200021>
- Barboza, N. L., Cruz, J. M. dos A., Corrêa, R. F., Lamarão, C. V., Lima, A. R., Inada, N. M., Sanches, E. A., Bezerra, J. de A., & Campelo, P. H. (2022). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.): An Amazonian fruit with potential health benefits. *Food Research International*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111654>
- Basiouni, S., Tellez-Isaias, G., Latorre, J. D., Graham, B. D., Petrone-Garcia, V. M., El-Seedi, H. R., Yalçın, S., El-Wahab, A. A., Visscher, C., May-Simera, H. L., Huber, C., Eisenreich, W., & Shehata, A. A. (2023). Anti-Inflammatory and Antioxidative Phytogetic Substances against Secret Killers in Poultry: Current Status and Prospects. *Veterinary Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/vetsci10010055>
- Basit, M. A., Kadir, A. A., Loh, T. C., Aziz, S. A., Salleh, A., Zakaria, Z. A., & Idris, S. B. (2020). Comparative efficacy of selected phytobiotics with halquinol and tetracycline on gut morphology, ileal digestibility, cecal microbiota composition and growth performance in broiler chickens. *Animals*, 10(11), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ani10112150>
- Batista, S., Olinda, R. G., Medeiros, V. B., Rodrigues, C. M. F., Oliveira, A. F., Paiva, E. S., Freitas, C. I. A., & da Cunha Medeiros, A. (2012). Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. *Ciencia Rural*, 42(1), 136–141. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000100022>
- Bess, F., Favero, A., Vieira, S. L., & Torrent, J. (2012). The effects of functional oils on

- broiler diets of varying energy levels. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(3), 567–578. <https://doi.org/10.3382/JAPR.2011-00481>
- Bi, S., Qu, Y., Shao, J., Zhang, J., Li, W., Zhang, L., Ni, J., & Cao, L. (2022). Ginsenoside Rg3 Ameliorates Stress of Broiler Chicks Induced by *Escherichia coli* Lipopolysaccharide. *Frontiers in Veterinary Science*, 9(April), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.878018>
- Bilal, R. M., Liu, C., Zhao, H., Wang, Y., Farag, M. R., Alagawany, M., Hassan, F. U., Elnesr, S. S., Elwan, H. A. M., Qiu, H., & Lin, Q. (2021). Olive Oil: Nutritional Applications, Beneficial Health Aspects and its Prospective Application in Poultry Production. *Frontiers in Pharmacology*, 12(August), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.723040>
- Blasi, F., Urbani, E., Simonetti, M. S., Chiesi, C., & Cossignani, L. (2016). Seasonal variations in antioxidant compounds of *Olea europaea* leaves collected from different Italian cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89, 202–207. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.025>
- Bonos, E., Skoufos, I., Giannenas, I., Fotou, K., Sidiropoulou, E., Tsiftoglou, O., Lazari, D., Galamatis, D., Stylianaki, I., & Tzora, A. (2022). Augmenting broiler diets with essential oils affects growth, intestinal microbiota and morphology, and meat quality. *South African Journal of Animal Science*, 52(4), 506–520. <https://doi.org/10.4314/sajas.v52i4.11>
- Bosetti, G. E., Griebler, L., Aniecevski, E., Facchi, C. S., Baggio, C., Rossatto, G., Leite, F., Valentini, F. D. A., Santo, A. D., Pagnussatt, H., Boiago, M. M., & Petrolli, T. G. (2020). Microencapsulated carvacrol and cinnamaldehyde replace growth-promoting antibiotics: Effect on performance and meat quality in broiler chickens. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 92(3), 1–14. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020200343>
- Branciarri, R., Galarini, R., Giusepponi, D., Trabalza-Marinucci, M., Forte, C., Roila, R., Miraglia, D., Servili, M., Acuti, G., & Valiani, A. (2017). Oxidative status and presence of bioactive compounds in meat from chickens fed polyphenols extracted from olive oil industry waste. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9), 1566. <https://doi.org/10.3390/su9091566>
- Brelaz, K. C. B. T. R., Cruz, F. G. G., Rufino, J. P. F., Brasil, R. J. M., Silva, A. F., Costa, V. R., & Santos, A. N. de A. (2024). Apparent digestibility of fish waste oil in diets for laying hens. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 46. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.66788>
- Buege, J. A., & Aust, S. D. (1978). Microsomal Lipid Peroxidation. *Methods in Enzymology*, 52(C), 302–310. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(78\)52032-6](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(78)52032-6)
- Calder, P. C. (2017). Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: From molecules to man. In *Biochemical Society Transactions* (Vol. 45, Issue 5, pp. 1105–1115). Portland Press Ltd. <https://doi.org/10.1042/BST20160474>
- Çalışlar, S. (2019). The Important of Beta Carotene on Poultry Nutrition. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 33(3), 252–259. <https://doi.org/10.15316/sjafs.2019.185>
- Cartoni Mancinelli, A., Baldi, G., Soglia, F., Mattioli, S., Sirri, F., Petracci, M., Castellini, C., & Zampiga, M. (2023). Impact of chronic heat stress on behavior, oxidative status and meat quality traits of fast-growing broiler chickens. *Frontiers in Physiology*, 14(September), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1242094>
- Carvalho, F. L. A. (2019). Óleo de buriti como alternativa aos antibióticos melhoradores de desempenho em dietas para frangos de corte.
- Carvalho, F. L. A., Lopes, P. M., Moura, F. A. S., Dourado, L. B. R., De Souza, R. G., Feitoza, A. C., De Oliveira, A. N., & Biagiotti, D. (2024). Buriti oil as an alternative to

- the use of antimicrobials in broiler diets. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 96(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230577>
- Çenesiz, A. A., & Çiftci. (2020). Modulatory effects of medium chain fatty acids in poultry nutrition and health. In *World's Poultry Science Journal* (Vol. 76, Issue 2, pp. 234–248). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1739595>
- Ceylan, N., Bortoluzzi, C., Gunturkun, O., & Perez-Calvo, E. (2024). Comparative effects of dietary muramidase and phytogenics on the growth performance and gastrointestinal functionality of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(10), 104147. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104147>
- Chamings, A. (2017). *Construction and Evaluation of a Low-cost Haematology Slide-scanning Robot*. 74–81.
- Chang, W. Y., & Yu, Y. H. (2022). Effect of *Bacillus* species–fermented products and essential oils on growth performance, gut morphology, cecal short-chain fatty acid levels, and microbiota community in broilers. *Poultry Science*, 101(8), 101970. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101970>
- Charlet, R., Le Danvic, C., Sendid, B., Nagnan-Le Meillour, P., & Jawhara, S. (2022). Oleic Acid and Palmitic Acid from *Bacteroides thetaiotaomicron* and *Lactobacillus johnsonii* Exhibit Anti-Inflammatory and Antifungal Properties. *Microorganisms*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091803>
- Chen, X., Zeng, D., Zeng, X., & Zeng, Q. (2024). Effects of Complex Antioxidants Added to Chicken Diet on Growth Performance, Serum Biochemical Indices, Meat Quality, and Antioxidant Capacity. *Animals*, 14(3), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ani14030360>
- Chinivasagam, H. N., Estella, W., Rodrigues, H., Mayer, D. G., Tran, T., Onysk, A., Weyand, C., Diallo, I., & Billington, C. (2022). Re-used or New Bedding Are Not Drivers of *Salmonella* Levels and Serovar Emergence in Commercially Farmed Broilers in Australia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(February), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.816181>
- Choi, J., Kong, B., Bowker, B. C., Zhuang, H., & Kim, W. K. (2023). Nutritional Strategies to Improve Meat Quality and Composition in the Challenging Conditions of Broiler Production: A Review. *Animals*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/ani13081386>
- Contini, J., Schmidt, J., Gonçalves, D., Baldo, J., Fernandes, J. I. M., & Torrent, J. (2020). Supplementation of antibiotic growth promoters versus supplementation of functional oils in broiler breeders: Performance and offspring effects. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(4), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1235>
- Costa, T. F., Gouveia, A. B. V. S., Nunes, F. C., Sampaio, S. A., Silva, N. G. D. da, Abreu, J. M. de, Júnior, E. M. de A., Costa, K. O., Feitosa, T. J. de O., Paulo, L. M. de, Souza, C. S., Minafra-Rezende, C. S., Santos, F. R. dos, & Minafra, C. S. (2020). Aditivos fitogênicos: óleos essenciais para frangos de corte - revisão. *Research, Society and Development*, 9(3), e14932325. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2325>
- Cruvinel, J. M., Groff Urayama, P. M., Oura, C. Y., de Lima Krenchinski, F. K., dos Santos, T. S., de Souza, B. A., Kadri, S. M., Correa, C. R., Sartori, J. R., & Pezzato, A. C. (2023). Pequi Oil (*Caryocar brasiliense* Camb.) Attenuates the Adverse Effects of Cyclical Heat Stress and Modulates the Oxidative Stress-Related Genes in Broiler Chickens. *Animals*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/ani13121896>
- Cruz, M. B., Oliveira, W. da S., Araújo, R. L., Honório França, A. C., & Pertuzatti, P. B. (2020). Buriti (*Mauritia Flexuosa* L.) pulp oil as an immunomodulator against enteropathogenic *Escherichia coli*. *Industrial Crops and Products*, 149(February), 112330. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112330>
- Cunha, M. A. E., Neves, R. F., Souza, J. N. S., França, L. F., Araújo, M. E., Brunner, G., & MacHado, N. T. (2012). Supercritical adsorption of buriti oil (*Mauritia flexuosa* Mart.)

- in γ -alumina: A methodology for the enriching of anti-oxidants. *Journal of Supercritical Fluids*, 66, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2011.10.021>
- da Rosa, G., Alba, D. F., Silva, A. D., Gris, A., Mendes, R. E., Mostardeiro, V. B., Lopes, T. F., Schetinger, M. R. C., Stefani, L. M., Lopes, M. T., Boiago, M. M., & da Silva, A. S. (2020). Impact of *Escherichia coli* infection in broiler breeder chicks: The effect of oxidative stress on weight gain. *Microbial Pathogenesis*, 139, 103861. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103861>
- da Silva, B. S. F., Ferreira, N. R., Chisté, R. C., & Alves, C. N. (2024). Determination of Bioactive Compounds in Buriti Oil by Prediction Models Through Mid-infrared Spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 1359–1372. <https://doi.org/10.1007/s12161-024-02658-x>
- Dai, D., Qi, G., Wang, J., Zhang, H., Qiu, K., Han, Y., Wu, Y., & Wu, S. (2022). Dietary organic acids ameliorate high stocking density stress-induced intestinal inflammation through the restoration of intestinal microbiota in broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00776-2>
- de Castilho Heiss, V. A. R., Burbarelli, M. F. de C., Przybulinski, B. B., Garcia, L. C., Vieira, J. R. R. F., Garcia, R. G., Caldara, F. R., Santin, E., Cardoso, C. A. L., & Komiyama, C. M. (2025). Polyphenol blend enhances zootechnical performance, improves meat quality, and reduces the severity of wooden breast in broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 12(April), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1584897>
- de Santos Moraes, N., Passos, T. S., Ramos, G. R., Ferreira, V. A. F., Moreira, S. M. G., Filho, G. P. C., Barreto, A. P. G., Leite, P. I. P., de Almeida, R. S., Paulo, C. L. R., Fernandes, R., da Silva, S. A. D., da Cruz Nascimento, S. S., de Sousa Júnior, F. C., & de Assis, C. F. (2022). Nanoencapsulation of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.f.) in porcine gelatin enhances the antioxidant potential and improves the effect on the antibiotic activity modulation. *PLoS ONE*, 17(3 March), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265649>
- Degruttola, A. K., Low, D., Mizoguchi, A., & Mizoguchi, E. (2016). Current understanding of dysbiosis in disease in human and animal models. *Inflammatory Bowel Diseases*, 22(5), 1137–1150. <https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000750>
- Deng, C., Zou, H., Wu, Y., Lou, A., Liu, Y., Luo, J., Quan, W., & Shen, Q. (2024). Dietary supplementation with quercetin: an ideal approach for improving meat quality and oxidative stability of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(8), 103789. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103789>
- do Nascimento Silva, N. R. R., Cavalcante, R. B. M., & da Silva, F. A. (2023). Nutritional properties of Buriti (*Mauritia flexuosa*) and health benefits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 117(September 2022), 0–3. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105092>
- Dong, Y., Lei, J., & Zhang, B. (2020a). Effects of dietary quercetin on the antioxidative status and cecal microbiota in broiler chickens fed with oxidized oil. *Poultry Science*, 99(10), 4892–4903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.028>
- Dong, Y., Lei, J., & Zhang, B. (2020b). Effects of dietary quercetin on the antioxidative status and cecal microbiota in broiler chickens fed with oxidized oil. *Poultry Science*, 99(10), 4892–4903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.028>
- Dourado, L. R. B., Brauna, A. S. A., Bezerra, R. M., Sousa, I. S., Carvalho, F. L. A., Silva, G. G., Moura, F. A. S., Sousa, S. C., Santos, R. A., Silva, S. C., Silva, L. S., Gonçalves, L. M. F., & Miranda, R. S. (2025). Buriti Oil (*Mauritia flexuosa* L.) as Functional Feed for Broiler Chickens. *Poultry*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/poultry4010006>
- Duarte, F. D., & Teixeira, J. L. (2010). *Desempenho , Rendimento E Composição Da Carcaça*. 439–444.

- Echegaray, N., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M., Chabani, Z., Farag, M. A., & Domínguez, R. (2021). Measurement of antioxidant capacity of meat and meat products: Methods and applications. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 13, p. 3880). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/molecules26133880>
- Ekunseitan, D. A., Harrison, S. H., & Ogunade, I. M. (2025). *Influence of Different Litter Regimens on Ceca Microbiota Profiles in Salmonella -Challenged Broiler Chicks*. 1–20.
- Elbaz, A. M., Zaki, E. F., Salama, A. A., Badri, F. B., & Thabet, H. A. (2023). Assessing different oil sources efficacy in reducing environmental heat-stress effects via improving performance, digestive enzymes, antioxidant status, and meat quality. *Scientific Reports*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47356-6>
- Elewa, M. S., Abou-Kassem, D. E., El-Hindawy, M. M., Madkour, M., Elsharkawy, M. S., Afifi, M., & Alagawany, M. (2023). Effect of coconut oil on growth performance, carcass criteria, liver and kidney functions, antioxidants and immunity, and lipid profile of broilers. *Scientific Reports*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41018-3>
- Elvira-Torales, L. I., García-Alonso, J., & Periago-Castón, M. J. (2019). Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review. In *Antioxidants* (Vol. 8, Issue 7, p. 229). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox8070229>
- Erica Dos Santos Carvalho De Oliveira. (2025). *Qualidade e perfil oxidativo de carne de frangos submetidos a dietas contendo óleo de buriti como ingrediente funcional* [Universidade Federal do Piauí]. https://sigaa.ufpi.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=pt_BR&id=1097¬icia=567818090
- Erinle, T. J., Boulianne, M., Miar, Y., Scales, R., & Adewole, D. (2023). Red osier dogwood and its use in animal nutrition: A review. In *Animal Nutrition* (Vol. 13, pp. 64–77). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.11.001>
- Estévez, M. (2015). Oxidative damage to poultry: From farm to fork. *Poultry Science*, 94(6), 1368–1378. <https://doi.org/10.3382/ps/pev094>
- Estévez, M., & Xiong, Y. L. (2021). Protein oxidation in foods: Mechanisms, consequences, and antioxidant solutions. In *Foods* (Vol. 10, Issue 10, p. 2346). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/foods10102346>
- Fancher, C. A., Zhang, L., Kiess, A. S., Adhikari, P. A., Dinh, T. T. N., & Sukumaran, A. T. (2020). Avian pathogenic *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*: Challenges in no antibiotics ever broiler production and potential solutions. *Microorganisms*, 8(10), 1–27. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8101533>
- FAO. (2018). FAO no Brasil. *Brasil Em Resumo*, 2021. <http://www.fao.org/brasil/fao-no-brasil/brasil-em-resumo/pt/>
- Faradilla, Z. S., Yunus, M., & Hermadi, H. A. (2020). The Effect of Dietary Administration of Virgin Coconut oil on Differential Leukocytes in Infected Chicken with *Eimeria tenella*. *Journal of World's Poultry Research*, 10(4), 615–622. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2020.70>
- Faria, P. B., de Faria, R. A. P. G., Mesquita, J. de A., Oliveira, T. T. da S., Dos Santos, J. G. da S., Gaspar, M. R. G. R. D. C., Vieira, V. de A., Rodrigues, E. C., & Nascimento, E. (2020). Fatty acid profile and physicochemical characterization of buriti oil during storage. In *Ciencia Rural* (Vol. 50, Issue 11, pp. 1–11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190997>
- Farouk, M. M., Al-Mazeedi, H. M., Sabow, A. B., Bekhit, A. E. D., Adeyemi, K. D., Sazili, A. Q., & Ghani, A. (2014). Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science*, 98(3), 505–519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>
- Fasina, Y. O., Holt, P. S., Moran, E. T., Moore, R. W., Conner, D. E., & McKee, S. R. (2008). Intestinal cytokine response of commercial source broiler chicks to *Salmonella*

- typhimurium infection. *Poultry Science*, 87(7), 1335–1346.
<https://doi.org/10.3382/ps.2007-00526>
- Fereidoon, S., & Ying, Z. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067–4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Ferket, P. R., Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B., Ayoola, A. A., Barasch, I., Toomer, O. T., & Torrent, J. (2020). Effects of functional oils on the growth, carcass and meat characteristics, and intestinal morphology of commercial turkey toms. *Poultry Science*, 99(7), 3752–3760. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.050>
- Fernandes, B., Oliveira, M. C., Marques, A. C., dos Santos, R. G., & Serrano, C. (2024). Microencapsulation of Essential Oils and Oleoresins: Applications in Food Products. In *Foods* (Vol. 13, Issue 23, p. 3873). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/foods13233873>
- Fernandes, I. L. B., Gouveia, A. B. V. S., Gouveia, A. B. V. S., Melo, A. M. B., Morais, A. M. V. B., Souza, C. S., Sampaio, S. A., Santos, F. R. dos, & Minafra, C. S. (2023). Linseed oil and coconut oil in broiler feed. *International Seven Journal of Multidisciplinary*, 2(1), 113–124. <https://doi.org/10.56238/isevmjv2n1-007>
- Fernandez, L., & Prates, J. A. M. (2025). Nutritional Value and Health Implications of Meat from Monogastric Animals Exposed to Heat Stress. *Nutrients* 2025, Vol. 17, Page 1390, 17(8), 1–25. <https://doi.org/10.3390/NU17081390>
- Fornós, M., Verdú, M., Soldevila, X., Farré, G., Sales, R., & Rafael, J. (2022). O152 The effect of a phytogenic feed additive on performance and nutrient retention of young broiler chickens. *Animal - Science Proceedings*, 13(3), 431–432. <https://doi.org/10.1016/J.ANSCIP.2022.07.162>
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), 26–45. <https://doi.org/10.1017/S1466252316000207>
- Gehart, H., & Clevers, H. (2019). Tales from the crypt: new insights into intestinal stem cells. In *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology* (Vol. 16, Issue 1, pp. 19–34). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0081-y>
- Genovese, M. I., Da Silva Pinto, M., De Souza Schmidt Gonçalves, A. E., & Lajolo, F. M. (2008). Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. *Food Science and Technology International*, 14(3), 207–214. <https://doi.org/10.1177/1082013208092151>
- Gomes, B., Pena, P., Cervantes, R., Dias, M., & Viegas, C. (2022). Microbial Contamination of Bedding Material: One Health in Poultry Production. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 24, p. 16508). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416508>
- Gonzalez-Rivas, P. A., Chauhan, S. S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F. R., & Warner, R. D. (2020). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162(October 2019), 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Green, L. C., Wagner, D. A., Glogowski, J., Skipper, P. L., Wishnok, J. S., & Tannenbaum, S. R. (1982). Analysis of nitrate, nitrite, and [15N]nitrate in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, 126(1), 131–138. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(82\)90118-X](https://doi.org/10.1016/0003-2697(82)90118-X)
- Guimarães, M. G., Evaristo, R. B. W., de Mendonça Brasil, A. C., & Ghesti, G. F. (2021). Green energy technology from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) for Brazilian agro-extractive communities. *SN Applied Sciences*, 3(3), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04278-0>
- Gunnnett, C. A., Lund, D. D., McDowell, A. K., Faraci, F. M., & Heistad, D. D. (2005). Mechanisms of inducible nitric oxide synthase-mediated vascular dysfunction.

- Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology, 25(8), 1617–1622.
<https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000172626.00296.ba>
- Guo, F., Geng, Y., Abbas, W., Zhen, W., Wang, S., Huang, Y., Guo, Y., Ma, Q., & Wang, Z. (2022). Vitamin D3 Nutritional Status Affects Gut Health of Salmonella-Challenged Laying Hens. *Frontiers in Nutrition*, 9, 888580.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.888580>
- Gupta, S. C., Sundaram, C., Reuter, S., & Aggarwal, B. B. (2010). Inhibiting NF- κ B activation by small molecules as a therapeutic strategy. In *Biochimica et Biophysica Acta - Gene Regulatory Mechanisms* (Vol. 1799, Issues 10–12, pp. 775–787).
<https://doi.org/10.1016/j.bbagr.2010.05.004>
- Haq, Z., Ahmad, S. M., Bashir, I., Dar, M. A., Saleem, A., Khan, A. A., Yatoo, M. I., Mir, S., Rastogi, A., Hussain, M. I., Shah, R. A., & Bhat, B. (2022). Pathogenesis-Related Gene Expression in Response to Trachyspermum ammi Supplementation Along With Probiotics in Chicken Salmonellosis and Insights in Drug Therapeutics. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 866614. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.866614>
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Metabolism and nutrition: Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), 2059–2069.
<https://doi.org/10.3382/ps.2012-02685>
- Hassanein, E. S. I., Metwally, A. E., Elbaky, H. E. M. A., & Eldin, W. F. S. (2024). The Impact of Dietary Linseed Oil Supplementation on the Performance of Broiler Chicks. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 12(Specialissue1), 447–457.
<https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.s1.447.457>
- Hassanpour, S. H., & Doroudi, A. (2023). Review of the antioxidant potential of flavonoids as a subgroup of polyphenols and partial substitute for synthetic antioxidants. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 13(4), 354–376. <https://doi.org/10.22038/AJP.2023.21774>
- He, H., Farnell, M. B., & Kogut, M. H. (2003). Inflammatory agonist stimulation and signal pathway of oxidative burst in neonatal chicken heterophils. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 135(1), 177–184.
[https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(03\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(03)00049-7)
- He, P., Lei, Y., Zhang, K., Zhang, R., Bai, Y., Li, Z., Jia, L., Shi, J., Cheng, Q., Ma, Y., Zhang, X., Liu, L., & Lei, Z. (2023a). Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. *Meat Science*, 205, 109317. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2023.109317>
- He, P., Lei, Y., Zhang, K., Zhang, R., Bai, Y., Li, Z., Jia, L., Shi, J., Cheng, Q., Ma, Y., Zhang, X., Liu, L., & Lei, Z. (2023b). Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. *Meat Science*, 205(March), 109317. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109317>
- Hedman, H. D., Vasco, K. A., & Zhang, L. (2020). *A Review of Antimicrobial Resistance in Poultry Farming within Low-Resource Settings*.
- Heydarian, M., Ebrahimnezhad, Y., Meimandipour, A., Hosseini, S. A., & Banabazi, M. H. (2020). Effects of dietary inclusion of the encapsulated thyme and oregano essential oils mixture and probiotic on growth performance, immune response and intestinal morphology of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 8(1), 17–25.
<https://doi.org/10.22069/psj.2020.17101.1497>
- Homyok, P., Sonsamrong, W., Chainet, N., Khosinklang, W., Kamkaew, A., Yata, T., Baéza, E., Berri, C., Molee, A., & Molee, W. (2025). Optimizing n-3 PUFA dietary enrichment in slow-growing Korat chickens using lipid-based nanoparticles: Effects on growth performance, carcass traits, meat quality, meat fatty acid composition, and blood

- biochemical parameters. *Poultry Science*, 104(4), 104982.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104982>
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447–457. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5)
- Horky, P., Skalickova, S., Smerkova, K., & Skladanka, J. (2019). Essential oils as a feed additives: Pharmacokinetics and potential toxicity in monogastric animals. In *Animals* (Vol. 9, Issue 6, p. 352). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani9060352>
- Hrncir, T. (2022). Gut Microbiota Dysbiosis: Triggers, Consequences, Diagnostic and Therapeutic Options. In *Microorganisms* (Vol. 10, Issue 3, p. 578). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030578>
- Ijaz, A., Veldhuizen, E. J. A., Broere, F., Rutten, V. P. M. G., & Jansen, C. A. (2021). The interplay between salmonella and intestinal innate immune cells in chickens. *Pathogens*, 10(11), 1–20. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111512>
- Imam, M. U., Zhang, S., Ma, J., Wang, H., & Wang, F. (2017). Antioxidants mediate both iron homeostasis and oxidative stress. *Nutrients*, 9(7), 1–19. <https://doi.org/10.3390/nu9070671>
- Iqbal, H., Rahman, A., Khanum, S., Arshad, M., Badar, I. H., Asif, A. R., Hayat, Z., & Iqbal, M. A. (2021). Effect of essential oil and organic acid on performance, gut health, bacterial count and serological parameters in broiler. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 23(3), eRBCA-2021-1443. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1443>
- Jazi, V., Farahi, M., Khajali, F., Abousaad, S., Ferket, P., & Assadi Soumeh, E. (2020). Effect of dietary supplementation of whey powder and *Bacillus subtilis* on growth performance, gut and hepatic function, and muscle antioxidant capacity of Japanese quail. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(3), 886–897. <https://doi.org/10.1111/jpn.13323>
- Jiang, J., & Xiong, Y. L. (2016). Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science*, 120, 107–117. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2016.04.005>
- Jing, J., Zeng, H., Shao, Q., Tang, J., Wang, L., Jia, G., Liu, G., Chen, X., Tian, G., Cai, J., Kang, B., Che, L., & Zhao, H. (2023). Selenomethionine alleviates environmental heat stress induced hepatic lipid accumulation and glycogen infiltration of broilers via maintaining mitochondrial and endoplasmic reticulum homeostasis. *Redox Biology*, 67(September), 102912. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2023.102912>
- Jomova, K., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K., & Valko, M. (2024). Several lines of antioxidant defense against oxidative stress: antioxidant enzymes, nanomaterials with multiple enzyme-mimicking activities, and low-molecular-weight antioxidants. In *Archives of Toxicology* (Vol. 98, Issue 5). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s00204-024-03696-4>
- Junqueira, L. C. U., & Junqueira, L. M. (1983). *Técnicas Básicas de Citologia e Histologia: Vol. I* (Editora Santos (ed.); 1ª edição).
- Kadariya, J., Smith, T. C., & Thapaliya, D. (2014). Staphylococcus aureus and Staphylococcal Food-Borne Disease: An Ongoing Challenge in Public Health. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/827965>
- Kalia, V. C., Shim, W. Y., Patel, S. K. S., Gong, C., & Lee, J. K. (2022). Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: Opportunities and challenges. *Science of the Total Environment*, 834, 155300. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300>
- Karadas, F., Erdoğan, S., Kor, D., Oto, G., & Uluman, M. (2016). The effects of different types of antioxidants (Se, vitamin E and carotenoids) in broiler diets on the growth performance, skin pigmentation and liver and plasma antioxidant concentrations. *Revista*

- 910 *Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(1), 101–115.
 911 <https://doi.org/10.1590/18069061-2015-0155>
- 912 Katsanidis, E., & Zampouni, K. (2023). Development of a Novel Steam Distillation TBA Test
 913 for the Determination of Lipid Oxidation in Meat Products. *Foods*, 12(2), 359.
 914 <https://doi.org/10.3390/foods12020359>
- 915 Kaulmann, A., & Bohn, T. (2014). Carotenoids, inflammation, and oxidative stress-
 916 implications of cellular signaling pathways and relation to chronic disease prevention. In
 917 *Nutrition Research* (Vol. 34, Issue 11, pp. 907–929). Elsevier.
 918 <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2014.07.010>
- 919 Khan, I., Nawaz, M., Anjum, A. A., Ahmad, M. ud D., Mehmood, A., Rabbani, M., Mustafa,
 920 A., & Ali, M. A. (2020). Effect of indigenous probiotics on gut morphology and
 921 intestinal absorption capacity in broiler chicken challenged with *Salmonella enteritidis*.
 922 *Pakistan Journal of Zoology*, 52(5), 1825–1831.
 923 <https://doi.org/10.17582/JOURNAL.PJZ/20190518090547>
- 924 Khan, M. T., Rehman, M. F., Arslan, M., Javaid, A., Farooq, U., Asad, T., Nisa, Q., Azhar,
 925 M., Bughio, E., Liaqat, S., Aslam, S., Ali, F., Ali, H., Wadood, F., Gondal, M. A., Rauf,
 926 M., Fouad, D., Ataya, F. S., Safdar, M., ... Kumar, M. (2024). Effect of Blend of
 927 Essential Oils on Growth Performance, Carcass Characteristics, Meat Quality, Intestinal
 928 Morphology, Serum Biochemistry, and Immune Response of Broiler Chickens. *Brazilian*
 929 *Journal of Poultry Science*, 26(1), eRBCA-2023-1853. [https://doi.org/10.1590/1806-](https://doi.org/10.1590/1806-9061-2023-1853)
 930 [9061-2023-1853](https://doi.org/10.1590/1806-9061-2023-1853)
- 931 Khattak, F., Ronchi, A., Castelli, P., & Sparks, N. (2014). Effects of natural blend of essential
 932 oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality
 933 of broiler chickens. *Poultry Science*, 93(1), 132–137. [https://doi.org/10.3382/ps.2013-](https://doi.org/10.3382/ps.2013-03387)
 934 [03387](https://doi.org/10.3382/ps.2013-03387)
- 935 Khoramjoo, S. M., Kazemifard, N., Baradaran Ghavami, S., Farmani, M., Shahrokh, S.,
 936 Asadzadeh Aghdaei, H., Sherkat, G., & Zali, M. R. (2022). Overview of Three
 937 Proliferation Pathways (Wnt, Notch, and Hippo) in Intestine and Immune System and
 938 Their Role in Inflammatory Bowel Diseases (IBDs). In *Frontiers in Medicine* (Vol. 9, p.
 939 865131). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.865131>
- 940 Kim, S. S., Lee, Y. E., Kim, C. H., Min, J. S., Yim, D. G., & Jo, C. (2022). Determining the
 941 Optimal Cooking Time for Cooking Loss, Shear Force, and Off-Odor Reduction of Pork
 942 Large Intestines. *Food Science of Animal Resources*, 42(2), 332–340.
 943 <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e6>
- 944 Kogut, M. H., Byrd, J. A., Genovese, K., Swaggerty, C. L., & Lyte, M. (2025). Effect of diet-
 945 induced low-grade, chronic inflammation on susceptibility of broilers to *Salmonella*
 946 colonization and pathogenicity. *Poultry Science*, 104(8), 105303.
 947 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105303>
- 948 Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., Gozzo, F. C., de Souza, A. Q. L., & de Souza, A. D. L.
 949 (2013). Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds
 950 from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Research*
 951 *International*, 51(2), 467–473. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>
- 952 Kouvedaki, I., Pappas, A. C., Surai, P. F., & Zoidis, E. (2024). Nutrigenomics of Natural
 953 Antioxidants in Broilers. *Antioxidants*, 13(3), 1–26.
 954 <https://doi.org/10.3390/antiox13030270>
- 955 Kromann, S., & Jensen, H. E. (2022). In vivo models of *Escherichia coli* infection in poultry.
 956 In *Acta Veterinaria Scandinavica* (Vol. 64, Issue 1, pp. 1–16). BioMed Central Ltd.
 957 <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00652-z>
- 958 Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals*,
 959 3(2), 356–369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>

- Latief, U., Husain, H., & Ahmad, R. (2018). β -Carotene supplementation ameliorates experimental liver fibrogenesis via restoring antioxidant status and hepatic stellate cells activity. *Journal of Functional Foods*, 49, 168–180. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2018.08.027>
- Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R. U., & Tufarelli, V. (2012). Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry Science*, 91(1), 265–270. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01675>
- Leão, K. M. M., Reis, L. V. C., Speranza, P., Rodrigues, A. P., Ribeiro, A. P. B., Macedo, J. A., & Macedo, G. A. (2019). Physicochemical characterization and antimicrobial activity in novel systems containing buriti oil and structured lipids nanoemulsions. *Biotechnology Reports*, 24, e00365. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00365>
- Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R., & Beynen, A. C. (2003). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), 450–457. <https://doi.org/10.1080/0007166031000085508>
- Lee, S. K., Chon, J. W., Yun, Y. K., Lee, J. C., Jo, C., Song, K. Y., Kim, D. H., Bae, D., Kim, H., Moon, J. S., & Seo, K. H. (2022). Properties of broiler breast meat with pale color and a new approach for evaluating meat freshness in poultry processing plants. *Poultry Science*, 101(3), 101627. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101627>
- Lei, Z., Zhang, K., Li, C., Wu, J., Davis, D., Casper, D., Jiang, H., Jiao, T., Wang, X., & Wang, J. (2018). Dietary supplementation with Essential-oils-cobalt for improving growth performance, meat quality and skin cell capacity of goats. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29897-3>
- Leite, B. G. de S., Granghelli, C. A., Roque, F. de A., Carvalho, R. S. B., Lopes, M. H. S., Pelissari, P. H., Dias, M. T., Araújo, C. S. da S., & Araújo, L. F. (2024). Evaluation of dietary lignin on broiler performance, nutrient digestibility, cholesterol and triglycerides concentrations, gut morphometry, and lipid oxidation. *Poultry Science*, 103(4). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103518>
- Li, L., Sun, X., Zhao, D., & Dai, H. (2021). Pharmacological Applications and Action Mechanisms of Phytochemicals as Alternatives to Antibiotics in Pig Production. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 12, Issue December, pp. 1–18). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.798553>
- Li, P., Liu, C., Niu, J., Zhang, Y., Li, C., Zhang, Z., Guo, S., & Ding, B. (2022). Effects of Dietary Supplementation with Vitamin A on Antioxidant and Intestinal Barrier Function of Broilers Co-Infected with Coccidia and Clostridium perfringens. *Animals* 2022, Vol. 12, Page 3431, 12(23), 3431. <https://doi.org/10.3390/ANI12233431>
- Li, Y., Wang, K., & Li, C. (2024). Oxidative Stress in Poultry and the Therapeutic Role of Herbal Medicine in Intestinal Health. In *Antioxidants* (Vol. 13, Issue 11, p. 1375). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox13111375>
- Lipiński, K., Vuorenmaa, J., Mazur-kuśnirek, M., Sartowska-zygowska, K., & Kettunen, H. (2021). Dietary resin acid concentrate improved performance of broiler chickens and litter quality in three experiments. *Animals*, 11(11), 3045. <https://doi.org/10.3390/ani11113045>
- Loetscher, Y., Kreuzer, M., & Messikommer, R. E. (2013). Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace, and entire nettle, and effects on performance and meat quality. *Poultry Science*, 92(11), 2938–2948. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03258>
- Lu, J., Sanchez, S., Hofacre, C., Maurer, J. J., Harmon, B. G., & Lee, M. D. (2003). Evaluation of broiler litter with reference to the microbial composition as assessed by

- using 16S rRNA and functional gene markers. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(2), 901–908. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.2.901-908.2003>
- Luengas, J. A. P. (2011). *Suplementação de probióticos em dietas de frangos de corte: desempenho e digestibilidade da proteína*.
- Macambira, G. M., Rabello, C. B. V., Navarro, M. I. V., da Costa Lopes, C., Lopes, E. C., do Nascimento, G. R., de Holanda Oliveira, H. S., & da Silva, J. de C. R. (2022). Effects of Moringa oleifera leaf meal on performance and carcass yield of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51. <https://doi.org/10.37496/RBZ5120210203>
- 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(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00565-3>
- Marcelino, G., Hiane, P. A., Pott, A., Fernando, W., Fili, D. O., Caires, A. R. L., Michels, F. S., Mar, R., Santos, N. M. S., Negr, J., Tatara, M. B., Faria, B. B. De, & Asato, M. A. (2022). *Effect of Its Supplementation in an In Vivo Experimental Model*. 1–22.
- Martins, L. S. (2017). *Óleo De Buriti Em Dietas Para Frangos De Corte: Desempenho E Características Da Carne*. 53.
- Martysiak-Zurowska, D., & Wenta, W. (2012). A comparison of abts and dpph methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 11(1), 83–89.
- Mazur-Kuśnirek, M., Antoszkiewicz, Z., Lipiński, K., Kaliniewicz, J., Kotlarczyk, S., & Żukowski, P. (2019). The effect of polyphenols and vitamin E on the antioxidant status and meat quality of broiler chickens exposed to high temperature. *Archives of Animal Nutrition*, 73(2), 111–126. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2019.1572342>
- Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M. P., Gaucher, M. Lou, Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S. K., Côté, C., Ramirez, A. A., & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal Nutrition*, 4(2), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
- Miazeck, K., Beton, K., Śliwińska, A., & Brożek-Pluska, B. (2022). The Effect of β -Carotene, Tocopherols and Ascorbic Acid as Anti-Oxidant Molecules on Human and Animal In Vitro/In Vivo Studies: A Review of Research Design and Analytical Techniques Used. In *Biomolecules* (Vol. 12, Issue 8, p. 1087). MDPI. <https://doi.org/10.3390/biom12081087>
- Mishra, B., & Jha, R. (2019). Oxidative stress in the poultry gut: Potential challenges and interventions. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(MAR), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00060>
- Montagne, L., Pluske, J. R., & Hampson, D. J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1–4), 95–117. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9)
- Monteiro, C. R. M., dos Santos, A. R., Vieira da Silva, M., Rudke, A. R., de Melo Rodrigues, I., Rigobello, E. S., & Perdoncini, M. R. F. G. (2019). Evaluation of the Antimicrobial Activity of Buriti (*Mauritia Flexuosa*) Pulp Extracts. *The Open Food Science Journal*, 11(1), 89–94. <https://doi.org/10.2174/1874256401911010089>
- Moraes, P. de O., da Silva Pires, P. G., Benetti Filho, V., Lima, A. L. F., Kindlein, L., Taschetto, D., Favero, A., & Wagner, G. (2023). Intestinal health of broilers challenged with *Eimeria* spp. using functional oil blends in two physical forms with or without anticoccidials. *Scientific Reports*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41743-9>
- Mountzouris, K. C., Paraskeuas, V. V., & Fegeros, K. (2020). Priming of intestinal cytoprotective genes and antioxidant capacity by dietary phytogetic inclusion in broilers.

- Animal Nutrition*, 6(3), 305–312. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.04.003>
- Mukhametov, A., Yerbulekova, M., Aitkhozhayeva, G., Tuyakova, G., & Dautkanova, D. (2022). Effects of ω -3 fatty acids and ratio of ω -3/ ω -6 for health promotion and disease prevention. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, e58321. <https://doi.org/10.1590/fst.58321>
- Murakami, A. E., Eyng, C., & Torrent, J. (2014). Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 981–989. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13449>
- Myers, A. G., & Rochell, S. J. (2024). Effects of Starter Diet Energy Concentration on Nutrient Digestibility and Subsequent Growth Performance and Meat Yields of Broilers under Two Coccidiosis Control Programs. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 14(11), 1524. <https://doi.org/10.3390/ANI14111524>
- Nacak, B., Dikici, A., Yel, N., Zaimoğulları, K., İpek, G., & Özer, M. (2023). Effect of α -Tocopherol, Storage Temperature and Storage Time on Quality Characteristics and Oxidative Stability of Chicken Kavurma, traditional Turkish cooked meat product. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(2), 5627–5636. <https://doi.org/10.12681/jhvms.29331>
- Nanto-Hara, F., Kikusato, M., Ohwada, S., & Toyomizu, M. (2020). Heat stress directly affects intestinal integrity in broiler chickens. In *Journal of Poultry Science* (Vol. 57, Issue 4, pp. 284–290). Japan Poultry Science Association. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0190004>
- Nhara, R. B., Marume, U., & Nantapo, C. W. T. (2024). Potential of Organic Acids, Essential Oils and Their Blends in Pig Diets as Alternatives to Antibiotic Growth Promoters. In *Animals* (Vol. 14, Issue 5, p. 762). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani14050762>
- Noletto, R. A., Leandro, N. S. M., Mello, H. H. de C., da Conceição, E. C., de Araújo, I. C. S., de Oliveira, E. M., da Paz, P. H. S., & Barbosa, A. F. C. (2018). Supplementation of copaiba or sucupira oils in broiler diets. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 19(1), 83–92. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402018000100008>
- Obianwuna, U. E., Chang, X., Oleforuh-Okoleh, V. U., Onu, P. N., Zhang, H., Qiu, K., & Wu, S. (2024). Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. In *Journal of Animal Science and Biotechnology* (Vol. 15, Issue 1, pp. 1–33). BioMed Central. <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01101-9>
- Obiebe, T., Odey, J., Omotola, W., Kayode, T., Afolabi, O., Jahid, I. K., & Reuben, R. C. (2024). Antimicrobial use and resistance in food animal production : food safety and associated concerns in Sub - Saharan Africa. *International Microbiology*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10123-023-00462-x>
- Oke, O. E., Akosile, O. A., Oni, A. I., Opowoye, I. O., Ishola, C. A., Adebisi, J. O., Odeyemi, A. J., Adjei-Mensah, B., Uyanga, V. A., & Abioja, M. O. (2024). Oxidative stress in poultry production. In *Poultry Science* (Vol. 103, Issue 9, p. 104003). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104003>
- Oliveira, R. M. M., Pereira, F. T., Pereira, E. C., & Mendonça, C. J. S. (2020). Buriti oil: Nutritional quality index and antioxidant and antidiabetic effect. *Revista Virtual de Química*, 12(1), 2–12. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20200002>
- Paul, S. S., Venkata, S., Rao, R., Hegde, N., Venkata, M., Narasimha, L., & Reddy, G. N. (2022). Effects of Dietary Antimicrobial Growth Promoters on Performance Parameters and Abundance and Diversity of Broiler Chicken Gut Microbiome and Selection of Antibiotic Resistance Genes. 13(June), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.905050>
- Pelosi, M. S., Leite, I., Passos, L., Ferreira, C., Sabaa-Srur, A. U. O., & Fialho, E. (2020).

- Avaliação físico-química e capacidade antioxidante do extrato de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e atividade antitumoral em linhagem celular de câncer de mama MDA-MB-231. *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 17493–17515.
<https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-064>
- Peng, H.-C., Chen, Y.-L., Yang, S.-Y., Ho, P.-Y., Yang, S.-S., Hu, J.-T., & Yang, S.-C. (2013). The antiapoptotic effects of different doses of β -carotene in chronic ethanol-fed rats. *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*, 2(3), 132–141.
<https://doi.org/10.3978/J.ISSN.2304-3881.2013.06.08>
- Pereira, A., Sidjabat, H. E., Davis, S., Vong da Silva, P. G., Alves, A., Dos Santos, C., Jong, J. B. da C., da Conceição, F., Felipe, N. de J., Ximenes, A., Nunes, J., Fária, I. do R., Lopes, I., Barnes, T. S., McKenzie, J., Oakley, T., Francis, J. R., Yan, J., & Ting, S. (2024). Prevalence of Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli* and *Salmonella* Species Isolates from Chickens in Live Bird Markets and Boot Swabs from Layer Farms in Timor-Leste. *Antibiotics*, 13(2), 120. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13020120>
- Pereira, Y. F., Costa, M. D. S., Tintino, S. R., Rocha, J. E., Rodrigues, F. F. G., Feitosa, M. K. de S. B., de Menezes, I. R. A., Coutinho, H. D. M., da Costa, J. G. M., & de Sousa, E. O. (2018). Modulation of the antibiotic activity by the *Mauritia flexuosa* (Buriti) fixed oil against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and other multidrug-resistant (MDR) bacterial strains. *Pathogens*, 7(4), 1–8.
<https://doi.org/10.3390/pathogens7040098>
- Pérez-Rosés, R., Risco, E., Vila, R., Peñalver, P., & Cañigueral, S. (2015). Effect of some essential oils on phagocytosis and complement system activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(5), 1496–1504. <https://doi.org/10.1021/jf504761m>
- Perić, L., Žikić, D., Stojčić, M. Đ., Tomović, V., Leskovec, J., Levart, A., Salobir, J., Kanački, Z., & Rezar, V. (2022). Effect of Chestnut Tannins and Vitamin E Supplementation to Linseed Oil-Enriched Diets on Growth Performance, Meat Quality, and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Agriculture (Switzerland)*, 12(11), 1772. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111772>
- Perin, G. R., Eyng, C., Nunes, R. V., Duarte, C. R. A., Kaufmann, C., Tesser, G. L. S., Rohloff Júnior, N., & Savaris, V. D. L. (2023). Effect of bocaiuva pulp oil supplementation of broiler chicken diets on growth performance and quality and oxidative stability of meat. *Livestock Science*, 275(February), 105300. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105300>
- Petracci, M., Soglia, F., Madruga, M., Carvalho, L., Ida, E., & Estévez, M. (2019). Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 565–583. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431>
- Phillips, C. J. C., Hosseintabar-Ghasemabad, B., Gorlov, I. F., Slozhenkina, M. I., Mosolov, A. A., & Seidavi, A. (2023). Immunomodulatory Effects of Natural Feed Additives for Meat Chickens. In *Life* (Vol. 13, Issue 6, p. 1287). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/life13061287>
- Pietruk, K., Karamon, J., Jedziniak, P., Tokarzewski, S., & Olejnik, M. (2025). Influence of *Eimeria* spp. and *Clostridium perfringens* Infection on Growth Performance and Toltrazuril Residues in Chickens. *Animals*, 15(2), 216. <https://doi.org/10.3390/ani15020216>
- Pinto, M. F., Lima, V. M. F., Ribeiro, S. C., Bossolani, I. L. C., Ponsano, E. H. G., & Garcia-Neto, M. (2014). Fontes de óleo na dieta e sua influência no desempenho e na imunidade de frangos de corte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(5), 409–414. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000500004>

- Piranavatharsan, U., Jinadasa, B. K. K., & Jayasinghe, C. V. L. (2023). Validation of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) method for measuring secondary lipid oxidation products in fresh Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Food and Humanity*, 1, 1194–1199. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.09.009>
- Pirgozliev, V., Mansbridge, S. C., Rose, S. P., Mackenzie, A. M., Beccaccia, A., Karadas, F., Ivanova, S. G., Staykova, G. P., Oluwatosin, O. O., & Bravo, D. (2019). Dietary essential oils improve feed efficiency and hepatic antioxidant content of broiler chickens. *Animal*, 13(3), 502–508. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001520>
- Prasath, K. G., Alexpandi, R., Parasuraman, R., Pavithra, M., Ravi, A. V., & Pandian, S. K. (2021). Anti-inflammatory potential of myristic acid and palmitic acid synergism against systemic candidiasis in *Danio rerio* (Zebrafish). *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133, 111043. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2020.111043>
- Pu, Z., Yang, F., Wang, L., Diao, Y., & Chen, D. (2021). Advancements of compounds targeting Wnt and Notch signalling pathways in the treatment of inflammatory bowel disease and colon cancer. In *Journal of Drug Targeting* (Vol. 29, Issue 5, pp. 507–519). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/1061186X.2020.1864741>
- Puvača, N., Tufarelli, V., & Giannenas, I. (2022). Essential Oils in Broiler Chicken Production, Immunity and Meat Quality: Review of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, and *Rosmarinus officinalis*. In *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 6, p. 874). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060874>
- Puvaýca, N., & Tufarelli, V. (2022). Óleos essenciais na produção de frangos de corte , imunidade e Qualidade da Carne : Revisão de *Thymus vulgaris* , *Origanum vulgare* e *Rosmarinus officinalis*.
- Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P., & Northcutt, J. K. (2001). The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science*, 80(5), 676–680. <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.676>
- Rabello, R. F., Bonelli, R. R., Penna, B. A., Albuquerque, J. P., Souza, R. M., & Cerqueira, A. M. F. (2020). Antimicrobial resistance in farm animals in Brazil: An update overview. In *Animals* (Vol. 10, Issue 4, p. 552). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani10040552>
- Ragaa, N. M., & Korany, R. M. S. (2016). Studying the effect of formic acid and potassium diformate on performance, immunity and gut health of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 2(4), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.003>
- Rahman, M. R. T., Fliss, I., & Biron, E. (2022). Insights in the Development and Uses of Alternatives to Antibiotic Growth Promoters in Poultry and Swine Production. In *Antibiotics* (Vol. 11, Issue 6, p. 766). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060766>
- Raji, A. A., Mohammed, B., Oladele, S. B., Saidu, L., Jibril, A. H., Cazaban, & C. Cazaban. (2017). Bursa body index as a visual indicator for the assessment of bursa of Fabricius. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 9(2), 32–38. <https://doi.org/10.5897/jvmah2016.0456>
- Ramos-Escudero, F., Gómez-Coca, R. B., Muñoz, A. M., Fuente-Carmelino, L. D. La, & Pérez-Camino, M. del C. (2022). Oil From Three Aguaje Morphotypes (*Mauritia flexuosa* L.f.) Extracted by Supercritical Fluid With CO₂: Chemical Composition and Chromatic Properties. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(March), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.843772>
- Ranucci, D., Beghelli, D., Trabalza-Marinucci, M., Branciarri, R., Forte, C., Olivieri, O., Badillo Pazmay, G. V., Cavallucci, C., & Acuti, G. (2015). Dietary effects of a mix derived from oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil and sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood extract on pig performance, oxidative status and pork quality traits.

- Meat Science*, 100, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.149>
- Ravindran, V., & Reza Abdollahi, M. (2021). Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: State of the art and outlook. In *Animals* (Vol. 11, Issue 10, p. 2795). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/ani11102795>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Ren, H., Vahjen, W., Dadi, T., Saliu, E. M., Boroojeni, F. G., & Zentek, J. (2019). Synergistic effects of probiotics and phytobiotics on the intestinal microbiota in young broiler chicken. *Microorganisms*, 7(12), 684. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7120684>
- Rodrigues, M. de F., da Silva, J. W., de Lima, J. S., Ramos, B. de A., Paz, S. T., Lomonaco, D., Zampieri, D., & Ximenes, R. M. (2024). Antiulcer activity of *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae) pulp oil: An edible Amazonian species with functional properties. *Fitoterapia*, 174, 105857. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2024.105857>
- Rodriguez-Sanchez, R., Tres, A., Sala, R., Guardiola, F., & Barroeta, A. C. (2019). Evolution of lipid classes and fatty acid digestibility along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed different fat sources at different ages. *Poultry Science*, 98(3), 1341–1353. <https://doi.org/10.3382/ps/pey458>
- Rossi, B., Toschi, A., Piva, A., & Grilli, E. (2020). Single components of botanicals and nature-identical compounds as a non-antibiotic strategy to ameliorate health status and improve performance in poultry and pigs. In *Nutrition Research Reviews* (Vol. 33, Issue 2, pp. 218–234). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0954422420000013>
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F. de, Barreto, S. L. de T., & Brito, C. O. (2017). *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos* (H. S. Rostagno (ed.); Universida).
- Rudke, A. R., Mazzutti, S., Andrade, K. S., Vitali, L., & Ferreira, S. R. S. (2019). Optimization of green PLE method applied for the recovery of antioxidant compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L.) shell. *Food Chemistry*, 298, 125061. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125061>
- Saied, A. M., Attia, A. I., El-Kholy, M. S., Reda, F. M., & EL Nagar, A. G. (2022). Effect of cinnamon oil supplementation into broiler chicken diets on growth, carcass traits, haemato-biochemical parameters, immune function, antioxidant status and caecal microbial count. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 31(1), 21–33. <https://doi.org/10.22358/jafs/146921/2022>
- Sakomura, N. K., & Rostagno, H. S. (2016). *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos* (2ª). FUNEP.
- Sammar, H., Askri, A., Benahmed, S., Saucier, L., & Alnahhas, N. (2023). A survey of broiler breast meat quality in the retail market of Quebec. *Canadian Journal of Animal Science*, 103(3), 298–311. <https://doi.org/10.1139/cjas-2023-0001>
- Santamarina, A. B., Pisani, L. P., Baker, E. J., Marat, A. D., Valenzuela, C. A., Miles, E. A., & Calder, P. C. (2021). Anti-inflammatory effects of oleic acid and the anthocyanin keracyanin alone and in combination: effects on monocyte and macrophage responses and the NF-κB pathway. *Food & Function*, 12(17), 7909–7922. <https://doi.org/10.1039/D1FO01304A>
- Santis, R., Albuquerque, F. C. F. C. F., Silva, R. L. S. L. S. L. S. L. S. L. S., Mesquita, L. R., Ferreira, I. D., Dourado, L. R. B. R. B., & Ferreira, G. J. B. C. J. B. C. (2022). Intestinal morphometry and performance of broiler chickens subjected to diets with buriti oil.

- Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 74(2), 359–366.
<https://doi.org/10.1590/1678-4162-12350>
- Santos, D. T., Veggi, P. C., & Meireles, M. A. A. (2012). Optimization and economic evaluation of pressurized liquid extraction of phenolic compounds from jabuticaba skins. *Journal of Food Engineering*, 108(3), 444–452.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.08.022>
- Santos, J. S. dos, Vieira, A. B. D., & Kamada, I. (2009). Treatment of open wounds using Mosqueta Rose: a review. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 62(3), 457–462.
<https://doi.org/10.1590/S0034-71672009000300020>
- Schanda, J. (2007). Colorimetry: Understanding the CIE System. In *Colorimetry: Understanding the CIE System*. John Wiley and Sons.
<https://doi.org/10.1002/9780470175637>
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., & Ranganathan, J. (2018). Creating a Sustainable Food Future: Synthesis Report. *Agency for International Development, December*, 1–96.
<https://www.wri.org/our-work/project/world-resources-report/publications>.
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects - A review. In *Journal of Functional Foods* (Vol. 18, pp. 820–897). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Shahidi, F., & Peng, H. (2018). Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds. *Journal of Food Bioactives, December 2018*, 11–68.
<https://doi.org/10.31665/jfb.2018.4162>
- Shaji, S., Selvaraj, R. K., & Shanmugasundaram, R. (2023). Salmonella Infection in Poultry: A Review on the Pathogen and Control Strategies. In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 11, p. 2814). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11112814>
- Shanmugasundaram, R., Adams, D., Ramirez, S., Murugesan, G. R., Applegate, T. J., Cunningham, S., Pokoo-Aikins, A., & Glenn, A. E. (2022). Subclinical Doses of Combined Fumonisin and Deoxynivalenol Predispose Clostridium perfringens–Inoculated Broilers to Necrotic Enteritis. *Frontiers in Physiology*, 13, 934660.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2022.934660>
- Shekhu, N. A. (2025). Impact of Pathogenic Bacterial Challenges on Growth Performance, Gut Morphology, Serum Biochemistry, and Meat Quality in Broiler Chickens. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences (PJLSS)*, 23(1), 7214–7224.
<https://doi.org/10.57239/pjlss-2025-23.1.00561>
- Shi, H., Yang, F., Peng, Z., Wu, J., Wang, Q., Qiu, P., Bao, R., Huang, L., Li, X., Zhang, H., & Wang, X. (2024). Oxidative stress model of lipopolysaccharide combined with thrombin inducing in broiler chicks. *Frontiers in Veterinary Science*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1369515>
- Silva, D. J., & Queiroz, A. C. de. (2002). Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. In *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos* (3rd ed.). UFV.
- Silvan, J. M., Ciechanowska, A. M., & Martinez-Rodriguez, A. J. (2020). Modulation of antibacterial, antioxidant, and anti-inflammatory properties by drying of *Prunus domestica* L. plum juice extracts. *Microorganisms*, 8(1), 119.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms8010119>
- Skřivan, M., Marounek, M., Englaierová, M., Čermák, L., Vlčková, J., & Skřivanová, E. (2018). Effect of dietary fat type on intestinal digestibility of fatty acids, fatty acid profiles of breast meat and abdominal fat, and mRNA expression of lipid-related genes in broiler chickens. *PLOS ONE*, 13(4), e0196035.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0196035>
- Smith, D. P., & Northcutt, J. K. (2009). Pale poultry muscle syndrome. *Poultry Science*,

- 88(7), 1493–1496. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00509>
- Song, B., Tang, D., Yan, S., Fan, H., Li, G., Shahid, M. S., Mahmood, T., & Guo, Y. (2021). Effects of age on immune function in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00559-1>
- Sousa, W. C. de, Morais, R. A., & Zuniga, A. D. G. (2024). Buriti (*Mauritia flexuosa*) shell flour: Nutritional composition, chemical profile, and antioxidant potential as a strategy for valuing waste from native Brazilian fruits. *Food Research International*, 190, 114578. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114578>
- Speranza, P., Badan Ribeiro, A. P., Cunha, R. L., Macedo, J. A., & Macedo, G. A. (2015). Influence of emulsion droplet size on antimicrobial activity of interesterified Amazonian oils. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.022>
- Speranza, P., De Oliveira Falcão, A., Alves Macedo, J., Da Silva, L. H. M., Da Rodrigues, A. M. C., & Alves Macedo, G. (2016). Amazonian Buriti oil: Chemical characterization and antioxidant potential. In *Grasas y Aceites* (Vol. 67, Issue 2). <https://doi.org/10.3989/gya.0622152>
- Suganthi, R. U. (2024). PHYTOGENIC ALTERNATIVES TO ANTIBIOTICS. *Futuristic Trends in Agriculture Engineering & Food Sciences*, 3, 208–216.
- Surai, P. F. (2014). Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: From the past to the future. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(1), 19–31. <https://doi.org/10.1111/jpn.12070>
- Surai, P. F., Kochish, I. I., Fisinin, V. I., & Kidd, M. T. (2019). Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. In *Antioxidants* (Vol. 8, Issue 7, p. 235). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>
- Symoniuk, E., Ratusz, K., & Krygier, K. (2019). Evaluation of the Oxidative Stability of Cold-Pressed Rapeseed Oil by Rancimat and Pressure Differential Scanning Calorimetry Measurements. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(2). <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800017>
- Talebi, A., Asri-Rezaei, S., Rozeh-Chai, R., & Sahraei, R. (2005). Comparative studies on haematological values of broiler strains (ross, cobb, arbor-acres and arian). *International Journal of Poultry Science*, 4(8), 573–579. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.573.579>
- Tan, Z., Lu, P., Adewole, D., Diarra, M. S., Gong, J., & Yang, C. (2021). Iron requirement in the infection of *Salmonella* and its relevance to poultry health. In *Journal of Applied Poultry Research* (Vol. 30, Issue 1, p. 100101). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.09.016>
- Teixeira, G. L., Ibañez, E., & Block, J. M. (2022). Emerging Lipids from Arecaceae Palm Fruits in Brazil. *Molecules*, 27(13). <https://doi.org/10.3390/molecules27134188>
- Togashi, C. K., Fonseca, J. B., Soares, R. D. T. R. N., Gaspar, A., & Detmann, E. (2007). Composition of fatty acids in tissues of broilers fed by-products of passion fruit. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6 SUPPL.), 2063–2068. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000900016>
- Tolomeotti, L. S., Goes, R. H. T. B., Cangianelli, G. H., Khatlab, A. S., Pontes, K. M., Matos, E. B., Vesco, A. P. Del, Miglioranza, S., & Gasparino, E. (2024). Effect of a blend of essential oils, organic acids, tannins, vitamin E and zinc on the intestinal health of broiler chickens challenged with *Eimeria* spp., *Salmonella* Minnesota, *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 44, e07404. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7404>
- Tóthová, C., Sesztáková, E., Bielík, B., & Nagy, O. (2019). Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. *Veterinary World*, 12(4),

- 598–604. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.598-604>
- Tufarelli, V., Laudadio, V., & Casalino, E. (2016). An extra-virgin olive oil rich in polyphenolic compounds has antioxidant effects in meat-type broiler chickens. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(7), 6197–6204. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5852-1>
- Tzora, A., Bonos, E., Giannenas, I., Karamoutsios, A., Fotou, K., Sidiropoulou, E., Tsiftoglou, O., Lazari, D., Stylianaki, I., Grigoriadou, A., & Skoufos, I. (2021). Effects of dietary essential oils in combination with butyrate on growth performance, intestinal microflora, blood parameters and meat composition of broiler chickens. *European Poultry Science*, 85, 1–24. <https://doi.org/10.1399/eps.2021.327>
- Ungurianu, A., Zanfirescu, A., Nițulescu, G., & Margină, D. (2021). Vitamin e beyond its antioxidant label. In *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 5, p. 634). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antiox10050634>
- Van Der Flier, L. G., & Clevers, H. (2009). Stem cells, self-renewal, and differentiation in the intestinal epithelium. *Annual Review of Physiology*, 71, 241–260. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.PHYSIOL.010908.163145>
- Van Limbergen, T., Sarrazin, S., Chantziaras, I., Dewulf, J., Ducatelle, R., Kyriazakis, I., McMullin, P., Méndez, J., Niemi, J. K., Papasolomontos, S., Szeleszczuk, P., Van Erum, J., & Maes, D. (2020). Risk factors for poor health and performance in European broiler production systems. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02484-3>
- Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Panaite, T. D., Saracila, M., Turcu, R. P., & Dumitru, M. (2023). Effect of Basil, Thyme and Sage Essential Oils as Phytogenic Feed Additives on Production Performances, Meat Quality and Intestinal Microbiota in Broiler Chickens. *Agriculture (Switzerland)*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/agriculture13040874>
- Walter, R. J., Sonnentag, S. J., Munoz-Sagredo, L., Merkel, M., Richert, L., Bunert, F., Heneka, Y. M., Loustau, T., Hodder, M., Ridgway, R. A., Sansom, O. J., Mely, Y., Rothbauer, U., Schmitt, M., & Orian-Rousseau, V. (2022). Wnt signaling is boosted during intestinal regeneration by a CD44-positive feedback loop. *Cell Death and Disease*, 13(2), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41419-022-04607-0>
- Wang, J., Deng, L., Chen, M., Che, Y., Li, L., Zhu, L., Chen, G., & Feng, T. (2024). Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. In *Animal Nutrition* (Vol. 17, pp. 244–264). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.01.012>
- Wang, L., Lilburn, M., & Yu, Z. (2016). Intestinal microbiota of broiler chickens as affected by litter management regimens. *Frontiers in Microbiology*, 7(MAY), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00593>
- Xie, S., Li, Y., Zhao, S., Lv, Y., & Yu, Q. (2020). Salmonella infection induced intestinal crypt hyperplasia through Wnt/β-catenin pathway in chicken. *Research in Veterinary Science*, 130, 179–183. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.03.008>
- Xing, Y. Y., Zheng, Y. K., Yang, S., Zhang, L. H., Guo, S. W., Shi, L. L., Xu, Y. Q., Jin, X., Yan, S. M., & Shi, B. L. (2021). Artemisia ordosica Polysaccharide Alleviated Lipopolysaccharide-induced Oxidative Stress of Broilers via Nrf2/Keap1 and TLR4/NF-κB Pathway. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 223, 112566. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112566>
- Youssef, I. M., Khalil, H. A., Shakoori, A. M., Bagadood, R. M., Alyahyawi, A. Y., Alhazzaa, R. A., Fakiha, K. G., Nasr, S., Abo-Samra, M. A., Hassan, M. S., Halim, H. S. A. El, El-Hack, M. E. A., Jaremko, M., Al-Nemi, R., & Youssef, K. M. (2023). Immune response, hematological traits, biochemical blood parameters, and histological status of laying hens influenced by dietary chitosan-oligosaccharides. *Poultry Science*, 102(9),

102834. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102834>
- Yue, K., Cao, Q. Q., Shaukat, A., Zhang, C., & Huang, S. C. (2024). Insights into the evaluation, influential factors and improvement strategies for poultry meat quality: a review. In *npj Science of Food* (Vol. 8, Issue 1, pp. 1–16). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00306-6>
- Zanatta, C. F., Mitjans, M., Urgatondo, V., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2010). Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.017>
- Zanatta, C. F., Ugartondo, V., Mitjans, M., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2008). Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) assessed by the neutral red release test. *Food and Chemical Toxicology*, 46(8), 2776–2781. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.05.001>
- Zeferino, C. P., Komiyama, C. M., Pelícia, V. C., Fascina, V. B., Aoyagi, M. M., Coutinho, L. L., Sartori, J. R., & Moura, A. S. A. M. T. (2016). Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. *Animal*, 10(1), 163–171. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001998>
- Zeng, X., Zhu, M., Liu, X., Chen, X., Yuan, Y., Li, L., Liu, J., Lu, Y., Cheng, J., & Chen, Y. (2020). Erratum: Oleic acid ameliorates palmitic acid induced hepatocellular lipotoxicity by inhibition of ER stress and pyroptosis. *Nutrition and Metabolism*, 17(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00438-y>
- Zhai, H., Liu, H., Wang, S., Wu, J., & Klunter, A. M. (2018). Potential of essential oils for poultry and pigs. In *Animal Nutrition* (Vol. 4, Issue 2, pp. 179–186). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>
- Zhang, L. Y., Peng, Q. Y., Liu, Y. R., Ma, Q. G., Zhang, J. Y., Guo, Y. P., Xue, Z., & Zhao, L. H. (2021). Effects of oregano essential oil as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, antioxidant status, and intestinal health of broilers. *Poultry Science*, 100(7), 101163. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101163>
- Zheng, L., Duan, S. L., Wen, X. L., & Dai, Y. C. (2022). Molecular regulation after mucosal injury and regeneration in ulcerative colitis. In *Frontiers in Molecular Biosciences* (Vol. 9, p. 996057). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.996057>
- Zheng, X. C., Wu, Q. J., Song, Z. H., Zhang, H., Zhang, J. F., Zhang, L. L., Zhang, T. Y., Wang, C., & Wang, T. (2016). Effects of Oridonin on growth performance and oxidative stress in broilers challenged with lipopolysaccharide. *Poultry Science*, 95(10), 2281–2289. <https://doi.org/10.3382/PS/PEW161>
- Zheng, Y., Xie, T., Li, S., Wang, W., Wang, Y., Cao, Z., & Yang, H. (2022). Effects of Selenium as a Dietary Source on Performance, Inflammation, Cell Damage, and Reproduction of Livestock Induced by Heat Stress: A Review. *Frontiers in Immunology*, 12(January), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.820853>
- Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*, 93(12), 2970–2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>

Tabelas

Tabela 1.

Composição nutricional das dietas de frangos de corte alimentados em função da fase (dias de idade)

Ingredientes (kg)	Fase (dias de idade)			
	01-07	08-21	22-33	34-42
Milho	63,249	62,435	61,744	64,214
Farelo de soja	30,374	30,618	30,491	28,603
Fosfato bicálcico	1,917	1,680	1,420	1,11
Calcário	0,983	0,881	0,827	0,714
L-lisina	0,523	0,451	0,353	0,266
Sal comum	0,506	0,488	0,464	0,435
Suplemento ¹	0,500	0,450	0,35	0,300
DL-metionina	0,423	0,384	0,328	0,258
L-arginina	0,243	0,180	0,092	0,018
L-treonina	0,229	0,193	0,143	0,09
L-valina	0,200	0,159	0,100	0,04
L-triptofano	0,029	0,019	0,006	0
Composição calculada ²				
Energia met. (Mcal/kg)	2,975	3,050	3,150	3,20
Ácido linoleico (%)	1,740	2,377	3,216	3,392
Proteína bruta (%)	20,74	20,50	20,00	19,00
Cálcio (%)	0,975	0,878	0,792	0,666
Cloro (%)	0,348	0,337	0,323	0,305
Fósforo disponível (%)	0,463	0,419	0,37	0,311
Sódio (%)	0,225	0,218	0,208	0,197
Potássio (%)	0,746	0,748	0,743	0,716
Arginina digestível (%)	1,398	1,344	1,257	1,138
Lisina digestível (%)	1,307	1,256	1,175	1,064
Met. + Cist. digestível (%)	0,967	0,929	0,87	0,787
Metionina digestível (%)	0,686	0,648	0,591	0,514
Treonina digestível (%)	0,863	0,829	0,776	0,702
Triptofano digestível (%)	0,235	0,226	0,212	0,196
Valina digestível (%)	1,006	0,967	0,905	0,819

¹Composição por kg do produto: Vitamina A, 3.080.000 UI; Vitamina E, 11.500 UI; Vitamina B1, 817 mg; Vitamina B2, 2.000 mg; Vitamina B6, 1.150 mg; Vitamina B12, 5.000 mcg; Vitamina K3, 605 mg; Vitamina D3, 750.000 UI; Pantotenato de cálcio, 4.115 mg; Niacina, 12 g; Ácido fólico, 320 mg; Biotina, 28 mg; Zinco, 19 g; Ferro, 13 g; Manganês, 20 g; Cobre, 3.000 mg; Iodo, 305 mg; Cobalto, 50 mg; Selênio, 74 mg; Etóxicum, 25 mg; B.H.A., 20 mg; Veículo Q.S.P., 1.000 mg. ²Composição calculada com base na inclusão de todos os ingredientes, incluindo o óleo de soja e de buriti apresentados na tabela 2.

Tabela 2.

Valores de inclusão de óleo de buriti para compor as dietas experimentais e antibiótico promotor de crescimento para dieta controle dos frangos de corte com ajuste de inerte e óleo de soja para manutenção do nível energético dietético

Ingredientes (kg)	Tratamentos (inclusão de OB)			
	(%)			
	CP	CN	0,4	0,8
01 - 07 dias de idade				
Óleo de buriti	0,000	0,000	0,400	0,800
Halquinol	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	0,626	0,626	0,311	0,000
Inerte	0,195	0,200	0,114	0,026
Ração base	99,174	99,174	99,174	99,174
Total	100	100	100	100
08 - 21 dias de idade				
Óleo de buriti	0,00	0,000	0,400	0,800
Halquinol	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	1,862	1,862	1,55	1,238
Inerte	0,195	0,200	0,112	0,024
Ração base	97,938	97,938	97,938	97,938
Total	100	100	100	100
22 - 33 dias de idade				
Óleo de buriti	0,000	0,000	0,400	0,800
Halquinol	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	3,483	3,483	3,171	2,859
Inerte	0,195	0,200	0,112	0,024
Ração base	96,317	96,317	96,317	96,317
Total	100	100	100	100
34 - 42 dias de idade				
Óleo de buriti	0,000	0,000	0,400	0,800
Halquinol	0,005	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	3,753	3,753	3,441	3,129
Inerte	0,195	0,200	0,112	0,024
Ração base	96,047	96,047	96,047	96,047
Total	100	100	100	100

Tabela 3.

Rendimento de carcaça e pesos relativos dos órgãos de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas contendo antibiótico promotor de crescimento ou óleo de buriti

Variáveis	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
PMC (g)	2900,7 ^a	2724,8 ^b	2929,0 ^a	2870,7 ^{ab}	0,05	28,69	4,72
RC (%)	79,7 ^{ab}	78,6 ^c	80,2 ^a	79,0 ^{bc}	0,03	0,18	1,00
RP (%)	39,2	38,1	38,6	38,2	0,56	0,30	4,47
RCx (%)	13,5	13,6	13,3	13,4	0,77	0,10	4,52
RSC (%)	15	15,4	15,2	15,4	0,83	0,20	7,66
RA (%)	4,6	4,8	4,8	4,8	0,17	0,04	4,60
RT (%)	5,2	5,0	5,2	5,2	0,80	0,06	6,97
RM (%)	1,8	1,8	1,7	1,8	0,53	0,03	11,14
PRF (%)	2,2 ^b	2,5 ^a	2,3 ^b	2,5 ^a	0,03	0,04	9,23
PRC (%)	0,60	0,67	0,61	0,67	0,34	0,01	11,08
RGA (%)	1,0	1,0	1,1	1,2	0,65	0,06	33,60
PRFB (%)	0,24	0,30	0,24	0,25	0,06 [†]	0,01	17,11

Valores expressos em porcentagem (%). †Valores com tendência estatística (P próximo de 0,05). Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). RC: rendimento de carcaça; RP: rendimento de peito; RCx: rendimento de coxa; RSC: rendimento de sobrecoxa; PRF: peso relativo do fígado; RM: rendimento de moela; PRC: peso relativo do coração; RGA: rendimento da gordura abdominal; PRFB: peso relativo da bursa de Fabricius; CV: coeficiente de variação; SEM: erro padrão da média.

1500

1501

1502

1503

1504

1505

1506

1507

1508

1509

1510

1511

1512

1513

1514

1515

1516

1517

1518

1519

1520

1521

1522

1523

1524

Tabela 4. Efeito da inclusão de óleo de buriti nas dietas sobre os parâmetros de cor e qualidade da carne de frangos de corte aos 42 dias de idade

Variáveis	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
pH 45 min	6,16	6,20	6,17	6,20	0,63	0,03	2,68
<i>L*</i> 45 min	50,60	51,08	52,54	49,48	0,08†	0,44	4,46
<i>a*</i> 45 min	1,90	1,70	1,22	1,70	0,35	0,11	29,28
<i>b*</i> 45 min	8,97	8,89	10,08	8,41	0,67	0,24	13,36
pH 24 h	6,06	6,09	6,11	6,11	0,78	0,02	1,86
<i>L*</i> 24 h	65,52	65,36	66,44	64,24	0,55	0,58	4,99
<i>a*</i> 24 h	-13,18	-13,63	-13,86	-13,61	0,78	0,22	9,09
<i>b*</i> 24 h	4,20	5,08	5,19	4,91	0,71	0,30	34,90
PPC (%)	21,65	25,57	25,24	22,15	0,46	1,06	24,41
PPG (%)	3,58	2,70	3,43	3,21	0,29	0,16	25,43
FC	5,15	5,17	6,58	6,33	0,29	0,34	35,12

Valores expressos como médias. †Valores com tendência estatística (P próximo de 0,05). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). *L**: luminosidade; *a**: intensidade de vermelho; *b**: intensidade de amarelo; PPC: perda por cocção; PPG: perda por gotejamento; FC: força de cisalhamento. DSA: dieta sem antibiótico promotor de crescimento; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

1531

1532

1533

1534

1535

1536

1537

1538

1539

1540

1541

1542

1543

1544

1545

1546

1547

1548

1549

1550

1551

1552

1553

Tabela 5. Efeito do óleo de buriti sobre a atividade antioxidante e a oxidação lipídica na carne de frangos de corte aos 42 dias

Variáveis	Tratamentos				P- Valor	SEM	CV (%)
	Controle	Dsa+0,0% OB	Dsa+0,4% OB	Dsa+0,8% OB			
Fenólicos totais	1,07	1,06	1,07	1,06	0,93	0,01	5,96
DPPH (%)	36,18 ^b	43,87 ^b	54,64 ^a	39,25 ^b	0,001	1,71	14,82
ABTS (%)	24,96	25,34	26,15	26,65	0,83	0,42	6,59
TBARS	2,80 ^a	2,82 ^a	2,59 ^{ab}	2,56 ^b	0,001	0,03	6,59

Valores expressos como médias. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste SNK ($P \leq 0,05$). DPPH: atividade antioxidante; TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico; MDA: malonaldeído; DSA: dieta sem anti-oxidante; OB: óleo de buriti; SEM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O OB demonstrou potencial como aditivo funcional para frangos de corte sob desafio sanitário, mantendo o desempenho produtivo, a integridade intestinal e a saúde sistêmica. Sua inclusão aumentou a digestibilidade dos nutrientes, preservou a qualidade da carne, elevou a capacidade antioxidante e reduziu os valores de TBARS, reforçando sua viabilidade como alternativa natural aos APC.

Para elucidar os mecanismos de ação, recomenda-se incluir análises laboratoriais abrangendo dosagem sérica de imunoglobulinas (IgA, IgM, IgY) e citocinas (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α), além de expressão de genes e proteínas relacionados à resposta imune e à integridade intestinal (TLRs, NF- κ B, iNOS, MUC2) por RT-qPCR e Western blot. Avaliações funcionais, como atividade fagocitária e histomorfometria associada à imunohistoquímica, podem complementar o entendimento dos efeitos imunomoduladores e antioxidantes do óleo. Ensaio com desafios sanitários controlados e avaliações do uso combinado a outros aditivos antioxidantes e antimicrobianos são essenciais para confirmar sua eficácia.

Para consolidar seu uso na avicultura, recomenda-se o aprimoramento dos métodos de extração, como a prensagem a frio e extração por centrifugação. Para preservar os compostos bioativos do óleo de buriti com baixo custo e boa eficiência, recomenda-se o uso de embalagens opacas e bem vedadas, armazenadas ao abrigo de luz e calor, associadas a antioxidantes naturais como o extrato de alecrim.

O uso de OB apresenta maior aplicabilidade em sistemas de menor escala ou direcionados a mercados que valorizam produtos livres de antibióticos, atendendo à demanda por estratégias nutricionais mais sustentáveis e com potencial de oferecer benefícios adicionais à saúde do consumidor. Para aplicação em sistemas de média escala, futuras investigações devem explorar diferentes formas de apresentação tecnológica que aumentem a estabilidade, biodisponibilidade e viabilidade comercial.

Alternativas incluem métodos de extração, encapsulamento por spray-drying, coacervação ou lipossomas, nanoemulsões e microemulsões com emulsificantes de grau alimentar; e blends comerciais associando OB a outros óleos vegetais funcionais ricos em compostos antimicrobianos e a prebióticos solúveis, visando modulação sinérgica da microbiota e proteção intestinal. A padronização da concentração de compostos bioativos e a avaliação da estabilidade durante o armazenamento e o processamento térmico são etapas fundamentais para viabilizar o uso contínuo em escala industrial.