

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 06/03/2025

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until March 6, 2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ESTUDO META-ANALÍTICO DE *Allium sativum* L COMO ADITIVO
MELHORADOR DE DESEMPENHO E QUALIDADE INTESTINAL DE FRANGOS
DE CORTE**

JULIANNA SANTOS BATISTIOLI DE BARROS

Tese apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutora em Zootecnia

Botucatu – SP

Março / 2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ESTUDO META-ANALÍTICO DE *Allium sativum* L COMO ADITIVO
MELHORADOR DE DESEMPENHO E QUALIDADE INTESTINAL DE FRANGOS
DE CORTE**

JULIANNA SANTOS BATISTIOLI DE BARROS

Orientador: Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo

Coorientador: Prof. Dr. José Roberto Sartoti

Tese apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutora em Zootecnia

Botucatu – SP

Março / 2023

B333e

Batistioli-Barros, Julianna Santos

Estudo meta-analítico de *Allium sativum* L como aditivo melhorador de desempenho e qualidade intestinal de frangos de corte / Julianna Santos Batistioli-Barros. -- Botucatu, 2023

63 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: Gustavo do Valle Polycarpo

Coorientador: José Roberto Sartoti

1. Aditivo. 2. Fitogênico. 3. Frango de corte. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JULIANNNA SANTOS BATISTIOL DE BARROS, filha de Rosângela Aparecida dos Santos Batistioli e Lairto Batistioli, nasceu em 19 de setembro de 1992, na cidade de Jundiaí, Estado de São Paulo. Em 2009, iniciou o Técnico em agropecuária, pela ETEC Benedito Storani, Jundiaí, Estado de São Paulo, concluindo-o no ano de 2010. Em 2013, iniciou o Curso de Graduação em Medicina Veterinária, pela Universidade de Marília, Estado de São Paulo – Brasil, concluindo-o no ano de 2017. Em agosto de 2017, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de Melhoramento e Nutrição Animal, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ - Botucatu, Estado de São Paulo- Brasil, concluindo-o em 2019. Em agosto de 2019, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Doutorado, área de Melhoramento e Nutrição Animal, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ - Botucatu, Estado de São Paulo- Brasil. Atualmente Veterinária sanitária da empresa BRF, granja Califórnia na cidade de Brotas, Estado de São Paulo – Brasil.

DEDICATÓRIA

Este projeto de pesquisa é dedicado ao meu avô Jesus dos Santos (*in memoriam*), maior exemplo de um ser humano íntegro e ético.

Obrigada por todo amor e carinho. Sempre te amarei.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que há e por tudo que sou, por me dar força para não desistir e continuar a minha caminhada.

A minha pequena, a flor mais bela do meu jardim, Catarina, meu combustível para continuar, que me mostra como podemos ser cada dia uma pessoa melhor. Te amo.

A minha família, mãe Rosangela, pai Lairto, irmã Fabianne (Tata) e avós Jesus (*In Memória*) e Sebastiana que sempre estiveram presentes, apoiando minhas escolhas, dando carinho e amor. Amo muito vocês!

Ao meu marido Felipe, muito obrigada por toda a paciência, companheirismo, amor e por deixar todos os seus sonhos para viver o meu. Sou muito grata por tudo que fez e faz pela nossa pequena e por mim. Muito obrigada por você existir em nossas vidas.

Deixo um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo, sou muito grata pela oportunidade que tive, pela orientação, atenção, conselhos e conversas que me auxiliaram em meu desenvolvimento profissional e pessoal. Meu muito obrigada por confiar e acreditar no meu potencial.

Ao Prof. Dr. José Roberto Sartori pela orientação, conversas, oportunidades oferecidas no mestrado e no doutorado, ensinamentos que contribuíram para o meu desenvolvimento. Obrigada por acreditar no meu potencial.

Ao meu grande amigo Thiago, Técnico do LabAves, muito obrigada por todo carinho e ajuda. Você faz parte da nossa família.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, especialmente ao programa de pós-graduação em zootecnia, pela oportunidade que tive no mestrado e na conclusão do curso de doutorado.

A todas as integrantes da república Sófadinhas que me acolheram na minha passagem pela UNESP de Dracena, muito obrigadas meninas.

A Granja Avós Califórnia (BRF S.A.), equipe que tenho a oportunidade de fazer parte. Sou muito grata por todo carinho, conselhos e conhecimento adquirido. Gratidão em especial a todos e todas que passaram pela minha vida e que me acompanham nesta trajetória, vocês sempre serão lembrados e lembradas.

A todos que diretamente ou indiretamente me auxiliaram para que esse trabalho fosse realizado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de

Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos vocês, gratidão!

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar” (Josué 1:9)

**ESTUDO META-ANALÍTICO DE *Allium sativum* L COMO ADITIVO
MELHORADOR DE DESEMPENHO E QUALIDADE INTESTINAL DE
FRANGOS DE CORTE**

RESUMO: Para avaliar os efeitos de dietas suplementadas com fontes de alho nos parâmetros de desempenho e qualidade intestinal das aves, foram realizadas revisões sistemáticas utilizando a meta-análise, com uma gama de trabalhos que utilizaram o alho como suplemento de dietas de frangos de corte. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de dietas suplementadas com fontes de alho como alternativa de melhorador de desempenho e sua ação na qualidade intestinal de frangos de corte. Para as análises de desempenho, foram utilizados um total de 4.658 frangos de corte de 18 artigos publicados de 2018 a 2022 para a confecção do banco de dados, além de utilizar somente artigos que com o fitogênico isolado e que não tinham inclusão de antibiótico em dieta e no premix. Valores médios de ganho de peso diário (GPD) e consumo de ração diário (CRD) foram obtidos em relação ao grupo controle. A análise de variância-covariância revelou melhores resultados para ganho de peso das aves que tiveram suas dietas suplementadas e para a conversão alimentar, para as variáveis de viabilidade e consumo de ração os tratamentos não se diferiram. Para as análises que mensuram a qualidade intestinal de frangos de corte foram utilizados um total de 3.280 frangos de corte de 16 artigos publicados de 2013 a 2022. Para a confecção do banco de dados, foram utilizados somente artigos com o fitogênico isolado e que não tinham inclusão de antibiótico em dieta e no premix. Valores de altura de vilo, profundidade de cripta, relação vilo: cripta dos segmentos, duodeno, jejuno e íleo foram planilhados e as variáveis peso de intestino e largura do vilo do segmento do jejuno foram analisadas. A análise estatística revelou que dietas suplementadas com alho obtiveram melhores resultados para as variáveis altura de vilo do segmento duodeno e jejuno ($p < 0,05$) e relação vilo: cripta para o segmento do jejuno ($p < 0,05$). Em contrapartida, a profundidade de cripta de todos os segmentos, largura vilo do jejuno, relação vilo: cripta dos segmentos duodeno e íleo e o peso do intestino não tiveram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos (controle – sem suplementação e alho -suplementado). Em geral, esta meta-análise permitiu quantificar os efeitos da suplementação de dietas de frangos de corte com alho, nos índices de desempenho e nos parâmetros de qualidade intestinal, podendo prever que a utilização deste fitogênico é uma das alternativas mediante a proibição da utilização dos melhoradores de desempenho na cadeia avícola.

Palavras chave: aditivo, alho, fitogênico, frango de corte

**META-ANALYTICAL STUDY OF *Allium sativum* L AS AN ADDITIVE TO
IMPROVE THE PERFORMANCE AND INTESTINAL QUALITY OF
BROILER CHICKENS**

ABSTRACT: To evaluate the effects of diets supplemented with garlic sources on performance parameters and intestinal quality of birds, systematic reviews were carried out using meta-analysis, with a range of studies that used garlic as a supplement in broiler diets. This work aimed to evaluate the effect of diets supplemented with garlic sources as an alternative performance enhancer and its action on the intestinal quality of broiler chickens. For the performance analyses, a total of 4,658 broiler chickens from 18 articles published from 2018 to 2022 were used to create the database, in addition to using only articles with the phytochemical isolated and that did not include antibiotics in the diet and in the premix. Mean values of daily weight gain (ADG) and daily feed intake (FCR) were obtained in relation to the control group. Analysis of variance-covariance revealed better results for weight gain of birds that had their diets supplemented and for feed conversion, for viability variables and feed intake, the treatments did not differ. For the analyzes that measure the intestinal quality of broilers, a total of 3,280 broilers from 16 articles published from 2013 to 2022 were used. Inclusion of antibiotics in the diet and in the premix. Values for villus height, crypt depth, villus: crypt ratio of the segments, duodenum, jejunum and ileum were plotted and the variables intestine weight and villus width of the jejunum segment were analyzed. Statistical analysis revealed that garlic-supplemented diets obtained better results for the villus height variables of the duodenum and jejunum segment ($p < 0.05$) and villus: crypt ratio for the jejunum segment ($p < 0.05$). On the other hand, crypt depth of all segments, jejunal villus width, villus: crypt ratio of duodenum and ileum segments and intestine weight did not differ significantly ($p > 0.05$) between treatments (control - no supplementation and garlic -supplemented). In general, this meta-analysis made it possible to quantify the effects of supplementing broiler chicken diets with garlic on performance indices and intestinal quality parameters, thus predicting that the use of this phytochemical is one of the alternatives by prohibiting the use of antibiotics. Performance enhancers in the poultry chain.

Keywords: additive, garlic, phytochemical, broiler chicken

ISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

Figura 1.	Fluxo de informações através da revisão sistemática processo (MOHER et al. 2009)	28
Figura 2.	Diagrama de Venn com o conjunto de variáveis analisadas nos trabalhos tabulados para a meta-análise.....	31
Figura 3.	Equações obtidas por análise de variância-covariância para ganho de peso diário (3A), conversão alimentar (3B) e consumo de ração (3C), em função da dieta oferecida para frangos de corte, ajustado pela idade média (Age, days).....	35

CAPÍTULO 3

Figura 1.	Fluxo de informações através da revisão sistemática processo (MOHER et al. 2009)	48
Figura 2.	Diagrama de Venn com o conjunto de variáveis analisadas nos trabalhos tabulados para a meta-análise.....	52
Figura 3.	Equação obtidas por análise de regressão da altura de vilo do duodeno, em função da dose suplementada nas dietas de frangos de corte.....	54

LISTA DE TABELAS**CAPÍTULO 2**

Tabela 1.	Estudos incluídos na meta-análise.....	32
Tabela 2.	Valores médios obtidos usando análise de variância-covariância para o desempenho de frangos de corte não suplementados e suplementados com alho.....	33

CAPÍTULO 3

Tabela 1.	Efeito da suplementação de alho sobre a morfometria intestinal.....	53
Tabela 2.	Efeito da suplementação de alho sobre o peso do intestino (%).	53

ISTA DE ABREVEATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
\bar{x}	Média
<	Menor
>	Maior
°C	Grau Celsius
μm	Micrômetro
<i>C. perfringens</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
CA	Conversão Alimentar
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CRD – FCR	Consumo de ração diária
EPM	Erro padrão da média
ETEC	Escola Técnica Estadual
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
G	Grama
G-NHG	Nano-hidrogel de alho
GPD – ADG	Ganho de peso diário
HVD	Altura de vilo - Duodeno
HVI	Altura de vilo – Íleo
HVJ	Altura de vilo – Jejunum
IBD	Gumboro
Kg	Quilograma
Mg	Miligramas
mg/kg	Miligramas por Quilogramas
N	Tamanho da amostragem
N°	Número
PCD	Profundidade de cripta - Duodeno
PCI	Profundidade de cripta - Íleo
PCJ	Profundidade de cripta - Jejunum
PI	Permeabilidade Intestinal
RBZ	Revista Brasileira de Zootecnia
TGI	Trato Gastrointestinal

UNESP	Universidade Estadual Paulista
VB	Viabilidade
VD:CD	Relação Vilo : Cripta - Duodeno
VI:CI	Relação Vilo : Cripta - Íleo
VJ:CJ	Relação Vilo : Cripta – Jejuno

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Avicultura x Melhoradores de Desempenho	3
2.2. Fitoterápicos na nutrição animal	4
2.3 <i>Allium sativum</i> L. e suas características	5
2.4 Saúde Intestinal – Frangos de Corte	7
2.5 Revisão de literatura – Meta-análise	9
3. REFERÊNCIAS	13
CAPÍTULO II.....	22
ESTUDO META-ANALÍTICO DE <i>Allium sativum</i> L COMO ADITIVO MELHORADOR DE DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE.....	23
META-ANALYTICAL STUDY OF <i>Allium sativum</i> L AS PERFORMANCE ENHANCEMENT ADDITIVE IN BROILERS CHICKEN	24
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.1 Pesquisa e filtragem de dados.....	26
2.2 Sistematização e codificação de dados.....	28
2.3 Descrição do conjunto de dados	29
2.4 Análise dos dados, correlações e análise gráfica.....	30
2.5 Análises de variância-covariância	30
3. RESULTADOS	33
4. DISCUSSÃO	36
5. CONCLUSÃO.....	38
6. REFERÊNCIAS	39

CAPÍTULO III	42
REVISÃO SISTEMÁTICA DE <i>Allium sativum</i> L COMO ADITIVO MELHORADOR DA QUALIDADE INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE	43
SYSTEMATIC REVIEW OF <i>Allium sativum</i> L AS AN ADDITIVE TO IMPROVE THE INTESTINAL QUALITY OF BROILER CHICKEN	44
1. INTRODUÇÃO	45
2. MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1 Pesquisa e filtragem de dados.....	46
2.2 Sistematização e codificação de dados.....	49
2.3 Descrição do conjunto de dados	49
2.4 Análise dos dados, correlações e análise gráfica.....	50
2.5 Análises de variância-covariância	51
3. RESULTADOS	52
4. DISCUSSÃO	54
5. CONCLUSÃO.....	57
6. REFERÊNCIAS	58
CAPÍTULO IV	62
IMPLICAÇÕES	63

1. INTRODUÇÃO

A produção avícola tem um papel indispensável para o fornecimento de proteína animal, atendendo com excelência às demandas do mercado consumidor (GOLYNSKI, 2003). A elevação dos padrões técnicos empregados, melhoramento genético e matérias primas de alta qualidade associados com o aperfeiçoamento do manejo nutricional e sanitário, tornaram a produção mais rentável, diminuindo os custos da produção. Além de que, a carne de frango, junto com o ovo, são as fontes de proteína animal mais baratas e, portanto, de mais fácil acesso às classes sociais com menor poder aquisitivo (SCHMIDT, 2018).

As doenças entéricas estão entre os maiores desafios a serem enfrentados na produção avícola, que causam grandes perdas na produção, aumentam o índice de mortalidade e podem contaminar o produto que irá ser consumido pelo homem (FERNANDES et al., 2017). Entretanto, a utilização de antibióticos como melhoradores de desempenho e com finalidade profilática na nutrição animal vem sendo banida em diversos países. A Comissão Europeia desde 2006 proibiu a utilização de antibióticos como melhoradores de desempenho (Regulamento CE N°. 1831/2 003) (HUYGHEBAERT et al., 2011).

Com a retirada dos melhoradores de desempenho e os anticoccidianos da dieta, têm-se observado uma diminuição na absorção de nutrientes, que está relacionado com a piora na saúde intestinal do animal que interfere no desempenho que ocasiona perdas significativas na cadeia avícola (FERKET, 2003).

A partir dessa constatação, os estudos em busca de produtos alternativos que consigam substituir os melhoradores de desempenho na nutrição animal, com a capacidade de manter a produtividade e qualidade dos produtos, intensificaram-se (FERDOUS et al., 2019), sendo que as principais alternativas que tem sido estudada são a utilização dos prebióticos, probióticos, enzimas, ácidos orgânicos e extratos vegetais (RAMOS et al., 2014). Estudos recentes estão avaliando a ação destes compostos sobre microrganismos com potencial patogênico, bem como suas ações imune estimuladoras e de proteção morfofuncional do intestino.

Além disso, os consumidores estão cada vez mais exigentes com relação com a qualidade do alimento, tendo como preocupação adquirir produtos que não causem danos à saúde e ao meio ambiente, questionando também a procedência e a forma com que os animais estão sendo produzidos (VIEIRA, et al. 2007), tornando-se necessária pesquisas com produtos alternativos naturais para a substituição dos produtos sintéticos utilizados na cadeia avícola.

(semente, casca, bulbo...), origem geográfica, época de colheita, condições climáticas, técnicas de processamento como extração, destilação e estabilização, bem como condições de armazenamento (ABDELLI et al., 2021). O que dificultada realizar comparações entre resultado obtidos pelos experimentos quando não se tem a análise química do aditivo utilizado.

Outro ponto a ser elucidado é que a composição das dietas, a microbiota, e a interação entre estes dois fatores podem afetar o trato gastrointestinal no seu desenvolvimento, as estruturas de mucosa e até mesmo a composição do muco (LAN et al., 2005)

5. CONCLUSÃO

Em geral, esta meta-análise permitiu quantificar os efeitos da suplementação de dietas de frangos de corte com alho nos parâmetros analisados para mensurar a qualidade intestinal das aves suplementadas, no qual a utilização deste fitogênico é uma das alternativas mediante a proibição da utilização dos melhoradores de desempenho, sendo um aditivo com resultados promissores perante as variáveis analisadas.

6. REFERÊNCIAS

- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., Pérez, J. F. Phytogenic feed additives in poultry: achievements, prospective and challenges. **Animals**, v. 11, n. 12, p. 3471, 2021.
- Adibmoradi, M., Navidshad, B., Seifdavati, J., Royan, M. Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. **The Journal of Poultry Science**, v. 43, n. 4, p. 378-383, 2006.
- Attia, G., El-Eraky, W., Hassanein, E., El-Gamal, M., Farahat, M., & Hernandez-Santana, A. Effect of dietary inclusion of a plant extract blend on broiler growth performance, nutrient digestibility, caecal microflora and intestinal histomorphology. **International Journal of Poultry Science**, v. 16, n. 9, p. 344-353, 2017.
- Awad, W., Ghareeb, K., Böhm, J. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a synbiotic containing *Enterococcus faecium* and oligosaccharides. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 9, n. 11, p. 2205-2216, 2008.
- Boleli, I.C., Morita, V.D.S. Mucosa Gastrointestinal: Crescimento, renovação, reparo e defesa. In.: Macari, M., Maiorka, A. **Fisiologia das aves comerciais**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. 2017a.
- Boleli, I.C., Thimotheo, M. Estrutura Funcional do Trato Gastrointestinal: da recepção à absorção. In.: Macari, M., Maiorka, A. **Fisiologia das Aves Comerciais**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. 2017b.
- Carrijo, A. S., Madeira, L. A., Sartori, J. R., Pezzato, A. C., Gonçalves, J. C., Cruz, V. C. D., Kuibida, V., Pinheiro, D. F. Alho em pó na alimentação alternativa de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 673-679, 2005.

Elbaz, A. M., Ashmawy, E. S., Salama, A. A., Abdel-Moneim, A. M. E., Badri, F. B., Thabet, H. A. Effects of garlic and lemon essential oils on performance, digestibility, plasma metabolite, and intestinal health in broilers under environmental heat stress. **BMC Veterinary Research**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2022.

Freitas, R. D., Fonseca, J. B., Soares, R. D. T. R. N., Rostagno, H. S., Soares, P. R. Utilization of garlic (*Allium sativum* L.) as growth promoter of broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 761-765, 2001.

Horn, N. L., Ruch, F., Miller, G., Ajuwon, K. M., Adeola, O. Determination of the adequate dose of garlic diallyl disulfide and diallyl trisulfide for effecting changes in growth performance, total-tract nutrient and energy digestibility, ileal characteristics, and serum immune parameters in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 95, n. 10, p. 2360-2365, 2016.

Kırkpınar, F., Ünlü, H. B., Özdemir, G. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. **Livestock Science**, v. 137, n. 1-3, p. 219-225, 2011.

Kothari, D., Lee, W. D., Niu, K. M., Kim, S. K. The genus *Allium* as poultry feed additive: A review. **Animals**, v. 9, n. 12, p. 1032, 2019.

Lan, Y., Verstegen, M. W. A., Tamminga, S., Williams, B. A. The role of the commensal gut microbial community in broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 61, n. 1, p. 95-104, 2005.

Lemos, M. J. D., Calixto, L. F. L., Torres-Cordido, K. A. A., Reis, T. L. Uso de aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e de postura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, 2016.

Li, D. F., Nelssen, J. L., Reddy, P. G., Blecha, F., Klemm, R., Goodband, R. D. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 10, p. 4062-4069, 1991.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., PRISMA Group*. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement (Chinese edition). **Journal of Chinese Integrative Medicine**, v. 7, n. 9, p. 889-896, 2009.

Montagne, L., Pluske, J. R., Hampson, D. J. 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**, v. 108, n. 1-4, p. 95-117, 2003.

Perić, L. I. D. I. J. A., Milošević, N. I. K. O., Žikić, D. R. A. G. A. N., Bjedov, S. I. N. I. Š. A., Cvetković, D. R. A. G. O. L. J. U. B., Markov, S. I. N. I. Š. A., Mohnl, M., Steiner, T. Effects of probiotic and phytogenic products on performance, gut morphology and cecal microflora of broiler chickens. **Archives Animal Breeding**, v. 53, n. 3, p. 350-359, 2010.

Pourali, M., Mirghelenj, S. A., Kermanshahi, H. Effects of garlic powder on productive performance and immune response of broiler chickens challenged with Newcastle Disease Virus. **Global Veterinaria**, v. 4, n. 6, p. 616-621, 2010.

Samanya, M., Yamauchi, K. E. Histological alterations of intestinal villi in chickens fed dried *Bacillus subtilis* var. natto. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 133, n. 1, p. 95-104, 2002.

Souza, C. S., Vieites, F. M., Justino, L. R., de Lima, M. F., Chaves, A. S., da Silva Cardoso, V., Sousa, F.D.de.R., Costa, T.F., Minafra, C.S., de Lima, C. A. Importância da saúde intestinal em frangos de corte. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. 1-18, 2020.

Stevanović, Z. D., Bošnjak-Neumüller, J., Pajić-Lijaković, I., Raj, J., Vasiljević, M. Essential oils as feed additives—Future perspectives. **Molecules**, v. 23, n. 7, p. 1717, 2018.

St-pierre, N. R. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 4, p. 741-755, 2001.

Toghyani, M., Toghyani, M., Gheisari, A., Ghalamkari, G., Eghbalsaied, S. Evaluation of cinnamon and garlic as antibiotic growth promoter substitutions on performance, immune responses, serum biochemical and haematological parameters in broiler chicks. **Livestock Science**, v. 138, n. 1-3, p. 167-173, 2011.

Vilar, D. D. A., Vilar, M. S. D. A., Brandão, M. P., Anjos, C. J. F. D., & Silva, A. E. Plantas medicinais: um guia prático. 2019.