

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**Utilização de *blend* de ácidos orgânicos para o controle da colonização
intestinal de aves para corte por *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar
Enteritidis**

Victor de Souza Mello Oliveira

Jaboticabal, SP
2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

Utilização de *blend* de ácidos orgânicos para o controle da colonização intestinal de aves para corte por *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Enteritidis

Victor de Souza Mello Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Angelo Berchieri Junior

Coorientador: Prof. Dr. Mauro de Mesquista Souza Saraiva

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, para graduação em MEDICINA VETERINÁRIA

Jaboticabal, SP
2º Semestre/2025

O48u

Oliveira, Victor de Souza Mello

Utilização de blend de ácidos orgânicos para o controle da colonização intestinal de aves para corte por *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Enteritidis. / Victor de Souza Mello Oliveira. -- Jaboticabal, 2025
36 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Medicina Veterinária) Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Angelo Berchieri Junior

Coorientador: Mauro de Mesquita Souza Saraiva

1. Frango de corte. 2. *Salmonella enteritidis*. 3. Salmonelose em frango de corte. 4. Salmonelose. 5. Ácidos orgânicos. I. Título.

VICTOR DE SOUZA MELLO OLIVEIRA

Utilização de *blend* de ácidos orgânicos para o controle da colonização intestinal de aves para corte por *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Enteritidis.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Prof. Dr. Angelo Berchieri Junior

Coorientador: Prof. Dr. Mauro de Mesquita Souza Saraiva

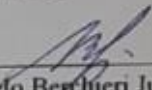
Área de Concentração: Salmoneloses aviárias de interesse em avicultura e saúde pública

Data da defesa: 02/12/2025

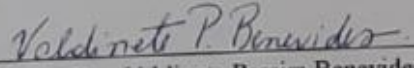
(X) Aprovado

() Reprovado

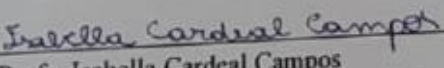
Banca Examinadora:


Prof. Dr. Angelo Berchieri Junior

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

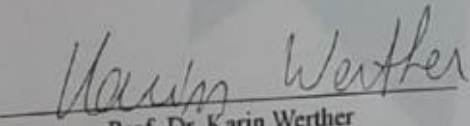

Profa. Dra. Valdinete Pereira Benevides

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal


Profa. Isabella Cardeal Campos

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 02 1 12 125
"ad referendum"


Prof. Dr. Karin Werther
Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, à minha família. Aos meus avós, Raul e Nadir, à minha mãe, Fernanda, à minha tia, Carla, e ao meu irmão, Matheus, pelo apoio emocional e, por tornarem possível a vivência e conclusão desta fase em minha vida.

Agradeço também à minha namorada, Alexia, pela companhia, pela paciência e pelo suporte ao longo de todos os anos da graduação, sempre estando ao meu lado.

Aos amigos que a graduação me trouxe: Beatriz, Carlos, Fernanda, Julia e Vinicius, pela amizade, companhia diária e pelo apoio, tornando essa fase da vida mais leve e significativa.

Por fim, agradeço ao professor Angelo Berchieri Junior pela oportunidade e orientação, ao professor Mauro de Mesquita Souza Saraiva pela coorientação, ao médico-veterinário Heitor Leocádio, responsável pelo experimento apresentado e, a toda a equipe do Laboratório de Ornitopatologia da FCAV/UNESP pelo acolhimento, pelos ensinamentos compartilhados e pela paciência.

RESUMO

As salmoneloses representam riscos econômicos para os produtores e sanitários para os consumidores de produtos de origem avícola. Diante das restrições ao uso de antibióticos na pecuária, produtos alternativos com ação antimicrobiana que podem reduzir a presença de *Salmonella* spp. no ambiente de produção, estão sendo estudados, destacando-se os ácidos orgânicos. O presente estudo avaliou o efeito de um *blend* contendo ácido fórmico e propiônico encapsulados, fornecido na ração para aves de corte provenientes de incubatório comercial, no controle da colonização intestinal e da excreção fecal de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Enteritidis, resistente ao ácido nalidíxico e à espectinomicina (SE^{NalSpc}), em aves para corte. Aves dos grupos A, B e C, receberam o produto desde o primeiro dia de vida, nas doses de 300 gramas por tonelada de ração (g/T), 500 g/T e 750 g/T, respectivamente, o grupo D recebeu apenas ração (controle positivo). No terceiro dia de vida, todos os animais foram infectados por via oral com 10⁶ unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/mL) de SE^{NalSpc}. As contagens de SE^{NalSpc} no conteúdo cecal foram realizadas no 2º, 5º, 7º, 14º, 21º e 28º dia pós-infecção (dpi). Além disso, duas vezes por semana após o desafio, realizou-se suabe cloacal de 15 aves de cada grupo para avaliação da excreção fecal da bactéria. A excreção fecal de SE^{NalSpc} foi significativamente menor nos grupos B e C. Contudo quanto à presença de SE^{NalSpc} no ceco, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos. Os resultados desse estudo indicam que o uso do produto avaliado, nas doses de (500g/T de ração) e (750g/T de ração), reduz a excreção fecal de SE^{NalSpc}, porém não diminui a colonização cecal pela bactéria.

Palavras-chave: Frango de corte; *Salmonella* Enteritidis; Salmonelose em frango de corte; Salmonelose; Ácidos orgânicos.

ABSTRACT

Salmonellosis poses economic risks to poultry producers and sanitary risks to consumers of products of avian origin. Given the restrictions on antibiotic use in livestock production, alternative products with antimicrobial activity capable of reducing the presence of *Salmonella* spp. in the production environment have been investigated, with organic acids standing out. The present study evaluated the effect of a blend containing encapsulated formic and propionic acids, supplied in the feed of broiler chickens originating from a commercial hatchery, on the control of intestinal colonization and fecal shedding of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis resistant to nalidixic acid and spectinomycin (SE^{NalSpc}). Birds in groups A, B, and C received the product from the first day of life at doses of 300 grams per ton of feed (g/T), 500 g/T, and 750 g/T, respectively, while group D received only feed (positive control). On the third day of life, all birds were orally infected with 10⁶ colony-forming units per milliliter (CFU/mL) of SE^{NalSpc}. SE^{NalSpc} counts in cecal content were performed on days 2, 5, 7, 14, 21, and 28 post-infection (dpi). In addition, twice a week after the challenge, cloacal swabs were collected from 15 birds per group to assess bacterial fecal shedding. Fecal shedding of SE^{NalSpc} was significantly lower in groups B and C. However, regarding the presence of SE^{NalSpc} in the cecum, no significant differences were observed among the groups. The results of this study indicate that the evaluated product, at doses of 500 g/T and 750 g/T of feed, reduces fecal shedding of SE^{NalSpc} but does not decrease cecal colonization by the bacterium.

Keywords: Broilers (Chickens); *Salmonella* Enteritidis; Salmonellosis in broiler chickens; Salmonellosis; Organic acids.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivos gerais	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1 Importância da avicultura no Brasil	3
3.2 Salmoneloses de interesse na avicultura e saúde pública	4
3.3 Alternativas ao uso de antimicrobianos na produção animal	6
3.4 Ácidos orgânicos.....	8
3.4.2 Efeito antimicrobiano	8
3.4.3 Atividade antimicrobiana no trato gastrointestinal de aves	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Suabe de fundo de caixa.....	15
4.2 Produto avaliado.....	15
4.3 Bactéria e preparo do inóculo	15
4.4 Ensaio <i>in vivo</i> e delineamento experimental.....	16
4.5 Exames bacteriológicos.....	17
4.5.1 Análise da colonização intestinal por SE ^{NalSpc}	17
4.5.2 Análise da excreção fecal de SE ^{NalSpc}	18
4.6 Preparo dos meios de cultura utilizados	18
4.6.1 Ágar Verde-Brilhante + Ácido nalidíxico + Espectinomicina	18
4.6.2 Luria-Bertani.....	18
4.6.3 Selenito + Novobiocina	19
4.7 Água fornecida aos animais	19
4.8 Análise estatística.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÃO	24
7.REFERÊNCIAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

A avicultura representa um dos principais pilares do agronegócio brasileiro, desempenhando papel essencial na economia nacional e no abastecimento mundial de proteína animal. O Brasil está entre os maiores produtores e é o líder global nas exportações de carne de frango. Além de destacar-se também na produção de ovos. Esses resultados refletem a consolidação do país como referência internacional em produção avícola (ABPA, 2025). Nesse contexto, o controle sanitário torna-se indispensável para prevenir enfermidades de importância econômica e sanitária, como as salmoneloses.

Entre as salmonelas de relevância para a avicultura, os sorovares responsáveis pelo paratifo aviário são de difícil controle devido à epidemiologia complexa, infectando várias espécies, como animais de produção, silvestres, sinantrópicos e seres humanos. A introdução de salmonelas paratíficas na produção avícola pode causar contaminação do produto final, acarretando prejuízos econômicos e ocorrência de infecções em seres humanos (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020).

No Brasil, o Plano Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), instituído pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), define diretrizes de vigilância e controle especificamente para dois sorovares associados ao paratifo aviário: *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Typhimurium (STM) e *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Enteritidis (SE) (BRASIL, 2003; BRASIL, 2016).

Visto a questão do desenvolvimento de resistência antimicrobiana por parte dos microrganismos em consequência ao uso desses fármacos (SARAIVA et al., 2022) e, diante das restrições de uso na produção animal (BRASIL, 2012; BRASIL, 2020; EUROPEAN UNION, 2003). Atualmente, uma das formas de prevenção do paratifo aviário é a utilização de produtos com ação antimicrobiana à base de ácidos orgânicos, visando reduzir a presença de patógenos no trato gastrointestinal (BERCHIERI; BARROW, 1996; MCHAN; SHOTTS, 1992; STERZO et al., 2007).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo analisar a eficiência de um *blend* de ácidos orgânicos encapsulados fornecido para aves de corte provenientes de incubatório comercial, visando controlar a colonização intestinal e excreção fecal de SE^{NalSpc}.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Avaliar a eficiência de um *blend* de ácidos orgânicos, contendo ácido fórmico e propiônico encapsulados, fornecido na ração para aves de corte provenientes de incubatório comercial, no controle da infecção dos animais por SE^{NalSpc}.

2.2 Objetivos específicos

Analisar a excreção fecal de SE^{NalSpc} em frangos de corte, comparando grupos submetidos a diferentes doses do *blend* de ácidos orgânicos.

Analisar a colonização intestinal de SE^{NalSpc} em frangos de corte, comparando grupos submetidos a diferentes doses do *blend* de ácidos orgânicos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância da avicultura no Brasil

Em 2023, o Brasil ocupou a segunda posição entre os maiores produtores de carne de frango, passando para a terceira colocação em 2024, com uma produção total de 14,972 milhões de toneladas. Em 2024, o país manteve-se como o maior exportador de carne de frango, com 35,36% de sua produção destinada ao mercado externo, um índice expressivamente superior ao dos demais principais exportadores. O valor bruto da produção da carne de frango em 2024 foi de R\$ 105,972 bilhões (ABPA, 2025). O alojamento de matrizes de frango de corte no país, nesse mesmo ano, alcançou 60.479.731 aves (ABPA, 2025).

Já no setor de produção de ovos, o Brasil consolidou-se como o quinto maior produtor em 2024, com uma produção de 57,7 bilhões de unidades. O valor bruto de produção de ovos atingiu R\$ 26,2 bilhões, com um consumo médio nacional de 269 ovos por habitante por ano, equivalendo a cerca de 22,41 ovos por mês, com número aproximado de 136.801.571 galinhas de postura comercial, número que representa um aumento de quase 1,5 vezes em relação a dez anos atrás (ABPA, 2025).

Somando-se os valores brutos de produção de carne de frango, peru, pato e outras aves, ovos e material genético, o valor total aproximado do setor avícola brasileiro em 2024 foi de R\$ 132,6 bilhões (ABPA, 2025). Em 2025, o desempenho do setor manteve-se em trajetória de crescimento. De acordo com dados do MAPA, no período acumulado entre janeiro e julho de 2025, as exportações de carnes e miúdos de frango ultrapassaram US\$ 5,47 bilhões (BRASIL, 2025a).

Em janeiro e fevereiro de 2025, o Brasil registrou um aumento de 22% na receita obtida com as exportações de carne de frango em relação ao mesmo período de 2024 (BRASIL, 2025c), resultado que reflete a elevada competitividade do setor, a eficiência produtiva e a forte demanda global pelo produto avícola brasileiro.

Esses indicadores reforçam a relevância da avicultura nacional como pilar econômico e estratégico, destacando o papel do Brasil não apenas como líder em exportações, mas também como referência mundial em produtividade e qualidade na produção de carne de aves e derivados.

3.2 Salmoneloses de interesse na avicultura e saúde pública

As bactérias do gênero *Salmonella* são bacilos Gram-negativos pertencentes à família Enterobacteriaceae. São microrganismos anaeróbios facultativos, capazes de sobreviver e se multiplicar em diversos ambientes, incluindo água, solo e o trato gastrointestinal de diferentes espécies animais (ISSENHUTH-JEANJEAN, et al., 2014).

O gênero é composto pelas espécies *S. enterica* e *S. bongori*. A espécie *Salmonella enterica* é subdividida em seis subespécies (*enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e *indica*), reunindo mais de 2.600 sorovares já identificados, dos quais aproximadamente 100 estão mais frequentemente associados a casos de infecção em seres humanos e outros animais (GRIMONT; WEILL, 2007).

Em aves, as salmonelas podem causar três doenças distintas, a pulorose causada por *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Gallinarum biovar Pullorum (SP), o tifo aviário causado por *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Gallinarum biovar Gallinarum (SG) e o paratifo aviário, que ocorre quando a ave é infectada por um espécime de *Salmonella* spp. que não seja SP, SG ou *Salmonella enterica* subespécie *arizonae* (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020).

Embora SG e SP já tenham sido isoladas de outras classes de animais, essas bactérias causam doença apenas em aves, produzindo um quadro de infecção sistêmica com alterações em diversos órgãos (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020).

A pulorose acomete principalmente aves nas três primeiras semanas de vida, apresentando elevada taxa de mortalidade e refugagem. Atualmente, devido às medidas implantadas pelo PNSA, a doença encontra-se sob controle, contudo, diversos casos foram diagnosticados no Brasil entre os anos de 1980 e 2005 (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020).

O tifo aviário, por sua vez, é uma enfermidade que afeta aves de todas as idades e o patógeno causador da doença caracteriza-se por alta patogenicidade, podendo causar mortalidade de até 80% do plantel. A evolução dos sinais clínicos é rápida, podendo levar os animais a óbito em uma ou duas semanas, geralmente por choque séptico (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020).

Sobre o paratifo aviário, as salmonelas causadoras da infecção são de difícil controle devido à epidemiologia complexa, infectando várias espécies de animais, com destaque aos de produção, aves silvestres, animais sinantrópicos e seres humanos, podendo causar prejuízos para a avicultura e representar riscos à saúde humana por meio do consumo de produtos alimentícios de origem animal (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020).

Os sinais clínicos e as alterações anatomopatológicas comumente observados em aves estão associados ao trato gastrointestinal. Aves infectadas podem ou não apresentar um quadro de enfermidade, no entanto, os microrganismos permanecem por mais tempo no trato digestivo, podendo ocasionar infecção alimentar em seres humanos (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020).

As principais vias de transmissão do paratifo aviário em aves, ocorre pela via vertical, pela contaminação do ovo ao passar pela cloaca (mais comum, após o ovo ter contato com as fezes da reprodutora infectada) ou transovariana e, além da via horizontal, em contato com outras aves infectadas, ração e água contaminadas, ou por vetores como ectoparasitas, roedores e animais silvestres (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020). Após a introdução de salmonelas paratíficas no plantel, a sua presença nas fezes e na cama possibilita que a bactéria se dissemine rapidamente (BERCHIERI et al., 2001). Razões pelas quais o PNSA, do MAPA, estabelece normas de monitoramento e controle para os agentes do tifo Aviário e pulrose, bem como para os sorovares Typhimurium (STM) e Enteritidis (SE) em planteis reprodutores (BRASIL, 2003; BRASIL, 2016).

Historicamente, STM é o sorovar que mais se destaca (HARRIS et al., 1990; SUN et al., 2020). Contudo, nas últimas décadas, SE tem sido o sorovar mais comumente relacionado a doença transmitida por alimentos (DTA) em seres humanos, sendo associado principalmente ao consumo de produtos de origem avícola (DAS MERCÊS SANTOS et al., 2022; CDC, 2025).

De acordo com publicação oficial do Brasil, em 2024 a presença de *Salmonella* spp. foi identificada em 16,29% de amostras colhidas em abatedouros de aves, correspondendo a 466 resultados positivos entre as 2.860 amostras avaliadas (BRASIL, 2025b). Em publicação anterior, referente ao ano de 2017, um total de 1.434 amostras de carcaças de frango, provenientes de 115 abatedouros distribuídos em

diferentes regiões do país, foram analisadas em Laboratórios Federais, identificando-se *Salmonella* spp. em 17,88% das amostras (BRASILEIRO et al., 2025).

No estado de São Paulo, Fernandes et al. (2022), avaliaram 9.014 isolados de *Salmonella* spp. obtidos no período entre 2004 e 2020. Os resultados do estudo demonstraram que SE foi o sorovar mais frequentemente relatado tanto em amostras obtidas de seres humanos quanto em amostras provenientes de fontes não humanas (alimentos, animais e resíduos orgânicos de origem animal). Por fim, esse sorovar representou 41,9% das 3.553 amostras isoladas de seres humanos e, 10% das 5.461 amostras isoladas de fontes não humanas (FERNANDES et al., 2022).

Já nos Estados Unidos, SE permaneceu como o principal sorovar isolado de seres humanos desde 2021 até 2025. Além disso, entre 2020 e 2023, foi o principal sorovar de *Salmonella* spp. isolados de amostras de carne de frango (CDC, 2025).

3.3 Alternativas ao uso de antimicrobianos na produção animal

Medidas de biossegurança aplicadas de forma íntegra representam a principal estratégia para prevenir a entrada do patógeno nas granjas comerciais (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020). No entanto, quando a bactéria já está presente no plantel, torna-se necessário recorrer a tratamentos com antimicrobianos ou ao uso de aditivos alimentares alternativos, como fitobióticos (PICKER et al., 2013), ácidos orgânicos (STERZO et al., 2007) e óleos essenciais (RODRIGUES et al., 2025). Esses produtos podem contribuir para a redução da carga bacteriana no organismo dos animais e no ambiente.

Atualmente, busca-se reduzir ao máximo a utilização de antibióticos na produção animal, tanto para o tratamento de infecções quanto para seu emprego como promotores de crescimento (BERCHIERI; BARROW, 1996; RIBEIRO et al., 2000). Essa tendência reforça a importância de alternativas eficazes e seguras que auxiliem no controle de patógenos sem comprometer a saúde pública e o desempenho produtivo.

Os promotores de crescimento são substâncias adicionadas à dieta ou a água de bebida dos animais com a finalidade de melhorar o desempenho produtivo, seja melhorando a performance (RIBEIRO et al., 2000) ou reduzindo taxa de mortalidade (BERCHIERI; BARROW, 1996). Esses compostos atuam principalmente na microbiota intestinal, favorecendo a colonização intestinal por bactérias que são

simbióticas, comensais ou mutualísticas e/ou, dificultando o estabelecimento de bactérias patogênicas e com isso, promovendo uma melhor saúde intestinal, consequentemente, otimizando o aproveitamento dos nutrientes da dieta (LEMOS et al., 2020).

Na avicultura, uma prática comum é a utilização de antibióticos em animais no primeiro dia de vida (BARON et al., 2014; SARAIVA et al., 2018), prática que tem como objetivo principal, evitar a colonização intestinal no início da vida por bactérias patogênicas (FDA, 2012) ou, visando melhorar a performance (RIBEIRO et al., 2000).

Na União Europeia, o Regulamento (CE) nº 1831/2003 banuiu totalmente o uso de antibióticos como aditivos zootécnicos (EUROPEAN UNION, 2003). Já no Brasil, o MAPA proibiu progressivamente o uso de alguns antimicrobianos como promotores de crescimento, conforme Instrução Normativa nº 14/2012 e Instrução Normativa nº 1/2020 (BRASIL, 2012; BRASIL, 2020).

Estudos já demonstraram que o uso excessivo ou inadequado de antimicrobianos exerce uma pressão seletiva sobre as populações bacterianas, favorecendo a sobrevivência e multiplicação apenas das bactérias que possuem genes capazes de conferir resistência à ação desses compostos (SARAIVA et al., 2018; SARAIVA et al., 2022). Como consequência, ocorre o aumento na proporção de bactérias resistentes aos fármacos utilizados, além de favorecer também a disseminação desses genes entre bactérias da mesma espécie ou entre espécies distintas.

A transferência horizontal de genes (THG) via conjugação bacteriana (SARAIVA et al., 2022), tem sido um dos principais mecanismos de aquisição de genes de resistência entre bactérias. Esse processo pode ocorrer dentro do organismo dos animais de produção que recebem esses fármacos (FLEURY et al., 2015; SARAIVA et al., 2018) ou, pela presença residual dos mesmos no ambiente de produção avícola (SARAIVA et al., 2022).

Ainda assim, nos Estados Unidos da América (EUA), a *Food and Drug Administration* (FDA), agência reguladora federal, autoriza o uso de ceftiofur em pintinhos e perus de um dia para prevenir mortalidade por colibacilose (FDA, 2012), apesar de um estudo ter demonstrado que tal prática, aumenta a quantidade de

bactérias resistentes ao fármaco no trato gastrointestinal dos animais que, por conseguinte, são excretadas no meio ambiente (SARAIVA et al., 2018).

Dessa forma, diferentes aditivos alimentares vêm sendo estudados com o intuito de se obter efeitos similares ao uso de antimicrobianos como promotores de crescimento (FELIX et al., 2023; LEMOS et al., 2020) e, no controle da colonização intestinal por microrganismos patogênicos (PICKER et al., 2013; STERZO et al., 2007), porém, sem promover aumento de resistência antimicrobiana.

3.4 Ácidos orgânicos

Entre os diferentes aditivos alimentares, os ácidos orgânicos vêm se destacando devido aos seus efeitos no controle da colonização intestinal por microrganismos patogênicos (STERZO et al., 2007), no controle da colonização bacteriana em rações contaminadas (IBA; BERCHIERI, 1995) e na redução da excreção fecal desses microrganismos (VAN IMMERSEEL et al., 2004) e, conseqüentemente, melhorando o desempenho produtivo do animal (RICKE et al., 2020).

Os ácidos orgânicos são compostos que possuem uma ou mais carboxilas em sua estrutura, baixo peso molecular e estado líquidos em temperatura ambiente e, são compostos amplamente encontrados na natureza, geralmente produzidos por processos fermentativos envolvidos no metabolismo de bactérias e fungos, ou até mesmo, síntese química dentro de vias metabólicas de plantas e animais (CHERRINGTON et al., 1991).

Com relação à ação antimicrobiana, destacam-se entre os ácidos orgânicos os monocarboxílicos saturados de cadeia curta (KOVANDA et al., 2019), como o fórmico, e propiônico (BERCHIERI; BARROW, 1996; STERZO et al., 2007). São considerados ácidos fracos com a constante de dissociação ácida (pKa) variando de 3,7 para o ácido fórmico, até 4,9 para o ácido decanoico (CHERRINGTON et al., 1991).

3.4.2 Efeito antimicrobiano

O efeito antimicrobiano dos ácidos orgânicos se dá por diversos fatores. As bactérias mantêm o citoplasma com carga predominantemente negativa e pH mais alcalino em relação ao meio externo. Dessa forma, os ácidos orgânicos fracos tendem a permanecer majoritariamente em sua forma não dissociada no meio extracelular, onde o pH é mais baixo, o que possibilita o seu transporte por difusão simples através

das porções lipofílicas da parede celular e da membrana citoplasmática (CHERRINGTON et al., 1991).

Após penetrarem no meio intracelular, o pH mais elevado favorece a dissociação dessas moléculas, resultando na liberação de prótons e ânions. Essa dissociação provoca acidificação do citoplasma e alterações de carga, ocasionando desnaturação proteica, desestruturação e reorganização do material genético bacteriano, além de interferência no funcionamento enzimático. Como consequência, há prejuízo em diversas vias bioquímicas essenciais, como a síntese proteica e lipídica, síntese de DNA e RNA, fosforilação oxidativa e produção de ATP (CHERRINGTON et al., 1991). Paralelamente, o microrganismo reduziu as suas reservas de ATP tentando reequilibrar o pH e carga do seu meio interno (KOVANDA et al., 2019).

A eficiência do efeito antimicrobiano dos ácidos orgânicos depende de diversos fatores, incluindo, sua concentração, constante de dissociação ácida (pKa), tamanho da cadeia carbônica, grau de insaturação da cadeia carbônica, pH e temperatura do meio, capacidade da bactéria de metabolizar o composto e, a composição da parede celular bacteriana (CHERRINGTON et al., 1991).

De modo geral, bactérias Gram-negativas apresentam maior resistência ao efeito antimicrobiano dos ácidos orgânicos, isso ocorre devido à estrutura da parede celular dessas bactérias que dificulta a passagem das moléculas para o meio intracelular (CHERRINGTON et al., 1991; KOVANDA et al., 2019).

Gómez-Garcia et al. (2019), analisaram a concentração inibitória mínima (MIC) de diferentes ácidos orgânicos frente a seis estirpes pertencentes a cinco sorovares de *Salmonella enterica*: Enteritidis, Typhimurium, London, Infantis e Choleraesuis. O ácido fórmico apresentou a maior eficiência antimicrobiana com menor valor da MIC entre os ácidos avaliados, apresentando o mesmo valor de MIC (600 mg/L) para todas as estirpes avaliadas.

Kovanda et al. (2019), determinaram a MIC de diferentes ácidos orgânicos frente a bactérias Gram-negativas (*Escherichia coli*, STM e *Campylobacter jejuni*) e Gram-positivas (*Enterococcus faecalis*, *Clostridium perfringens*, *Streptococcus pneumoniae* e *Streptococcus suis*). Entre as bactérias Gram-negativas, os ácidos que apresentaram os menores valores de MIC foram, respectivamente, o ácido butírico

(500 até 2500 mg/L), o ácido valérico (500 até 2800 mg/L) e, em terceiro lugar, uma mistura 40:60 de formiato de sódio e ácido fórmico (700 até 2200 mg/L). No resultado das bactérias Gram-positivas, a menor MIC foi obtida com a monolaurina (10 até 500 mg/L), seguido do ácido butírico (700 até 2000 mg/L), da mistura 40:60 de formiato de sódio e ácido fórmico (1000 até 1900 mg/L) e do o ácido valérico (1000 até 2000 mg/L). De um modo geral, os valores observados para as bactérias Gram-positivas foram menores que aquelas encontradas para as Gram-negativas conforme descrito por (CHERRINGTON et al., 1991), com exceção das duas estirpes de *Campylobacter jejuni* avaliadas.

3.4.3 Atividade antimicrobiana no trato gastrointestinal de aves

Em aves, o efeito antimicrobiano dos ácidos orgânicos ocorre principalmente no papo, uma vez que as moléculas são dissociadas ao chegarem à região anterior do intestino, não alcançando, portanto, os cecos (HUME et al., 1993). Estes, por sua vez, representam o principal local de instalação e multiplicação dos espécimes de *Salmonella* spp. causadores do paratifo aviário (FREITAS NETO; PENHA FILHO; BERCHIERI, 2020).

Hume et al. (1993), administraram por gavagem diferentes doses de ácido propiônico marcado com isótopos radioativos de carbono (com quatorze unidades de massa atômica) em pintinhos com 11 dias de idade. Cinco animais de cada tratamento foram eutanasiados 15 e 60 minutos após a administração e, procedeu-se à quantificação do ácido propiônico radioativo no papo, proventrículo, moela, intestino delgado, intestino grosso, fígado, cecos e plasma sanguíneo. Os resultados demonstraram que apenas uma quantidade muito pequena de ácido propiônico proveniente da ração alcançou o intestino grosso e os cecos.

O estudo demonstrou que o ácido foi metabolizado e/ou absorvido antes do divertículo de Meckel. Além disso, foi detectada a presença dos isótopos radioativos de carbono no CO₂ excretado pela respiração das aves, indicando que o propionato resultante da dissociação do ácido provavelmente foi utilizado na gliconeogênese hepática. A glicose formada nesse processo teria sido posteriormente oxidada na respiração celular para a produção de ATP (HUME et al., 1993).

Dessa forma, os ácidos orgânicos não apresentam eficiência no tratamento de infecções em que os cecos já se encontram colonizados pela bactéria, atuando

principalmente como ferramenta profilática. A ação desses compostos impede a multiplicação de *Salmonella* spp. no papo e pode causar danos letais ou subletais às bactérias, tornando-as menos propensas a sobreviver e colonizar os cecos (THOMPSON; HINTON, 1997).

Thompson e Hinton (1997), conduziram um estudo em galinhas de postura com um ano de vida, que receberam por uma semana, uma mistura contendo 68% de ácido fórmico e 20% de ácido propiônico, adicionada à ração em diferentes doses. Um grupo recebeu 6,8 kg da mistura por tonelada de ração, outro recebeu 12,7 kg e o grupo controle recebeu apenas ração sem ácidos. Após o período experimental, colheram-se amostras de papo, moela, jejuno, ceco e cólon. A mensuração do pH do conteúdo digestivo não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos. Contudo, ambas as doses resultaram em maior concentração de ácido fórmico e propiônico no lúmen do papo, acompanhada de redução de ácido láctico. No grupo controle, detectou-se apenas ácido láctico.

Ainda no mesmo estudo, foi mensurado as concentrações não dissociadas de ácido láctico, fórmico e propiônico no lúmen do papo dos animais de todos os grupos e, mantendo-se as proporções de cada ácido, os autores evidenciaram *in vitro*, a redução da quantidade de UFC de SE, incluindo o tratamento com a mistura baseada no grupo controle do experimento *in vivo*, composta apenas por ácido láctico (THOMPSON; HINTON, 1997).

Diversos estudos têm demonstrado a eficácia do uso de ácidos orgânicos na ração como estratégia de controle de *Salmonella* spp. em aves. Iba e Berchieri (1995) demonstraram, em dois experimentos, que pintinhos de um dia de vida que receberam ração contaminada com diferentes sorovares de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* e, tratadas com uma mistura de ácidos fórmico e propiônico, apresentaram redução significativa na colonização cecal pela bactéria aos cinco dias de vida. Esse resultado se repetiu para todos os sorovares avaliados: *Salmonella* Agona, *S. Infantis*, STM e SE.

Resultados semelhantes foram observados por Berchieri e Barrow (1996), os autores comprovaram que, animais que receberam desde o primeiro dia de vida, uma mistura contendo 0,46% de ácido fórmico e 0,13% de ácido propiônico, apresentaram menor morbidade e mortalidade após o contato com aves infectadas por SG.

Complementando esses achados, Mchan e Shotts (1992), evidenciaram que a suplementação da ração com ácido fórmico ou ácido propiônico na concentração de 10 kg por tonelada de ração, fornecida a pintinhos desde o primeiro dia de vida, e infectados no segundo por STM, resultou em redução significativa da colonização cecal pela bactéria aos 7, 14 e 21 dias de vida.

Além disso, Sterzo et al. (2007), em dois experimentos distintos, infectaram por gavagem pintinhos com três dias de vida com SE. Os autores observaram redução significativa na colonização cecal pela bactéria em aves que receberam desde o primeiro dia de vida, uma ração suplementada com uma mistura de ácidos fórmico e propiônico na dose de 3 kg da mistura por tonelada de ração, contudo, não foi observado o mesmo resultado na dose de 1,5 kg por tonelada de ração.

Os ácidos orgânicos também podem ser empregados para reduzir a transmissão vertical de *Salmonella* spp. HUMPHREY e LANNING (1988) demonstraram que, a adição de 0,5% de ácido fórmico na ração de matrizes de frango de corte, reduziu significativamente o número de amostras positivas para presença da bactéria nos resíduos do incubatório (casca de ovo, embriões mortos, papéis que foram as bandejas de incubação e animais mortos após o nascimento), bem como, na cama e na ração dessas aves. A redução também foi observada no papel das bandejas utilizadas para transportar os pintinhos de um dia até o galpão. Segundo esses autores, durante os 12 meses em que as matrizes receberam a ração tratada com ácido fórmico, apenas 1,2% das amostras de resíduos do incubatório apresentaram resultado positivo, contrastando com os 15,3% obtidos nos 24 meses anteriores ao início do tratamento.

O encapsulamento de ácidos orgânicos em moléculas capazes de manter sua integridade até atingirem o intestino posterior e os cecos vem sendo amplamente investigado (GRIILI et al., 2011; VAN IMMERSEEL et al., 2004) Essa estratégia visa preservar o efeito desses compostos ao longo de todo o trato gastrointestinal.

Nesse contexto, Leonídio et al. (2024), avaliaram o efeito do uso de ácido butírico encapsulado em matriz lipídica fornecido na ração para frangos de corte, no controle da excreção fecal de SE. Os animais receberam o ácido desde o primeiro dia de vida, sendo infectados via oral no primeiro dia e reinfectados aos 22 dias de idade. As doses avaliadas foram de, 300 g/T, 750 g/T e 1500 g/T. Foram realizados suabes

cloacais aos 8, 20 e 40 dias de vida, entretanto, não foi observada diferença significativa quanto à frequência de detecção da bactéria na região cloacal.

Van Immerseel et al. (2004), avaliaram o uso de diferentes ácidos orgânicos na ração de aves, incluindo os ácidos acético, propiônico, butírico e fórmico, nas doses de 2,4; 2,75; 1,56 e 2,17 kg por tonelada de ração, respectivamente, todos revestidos por microcápsulas compostas por material mineral. Os ácidos foram administrados separadamente e, os animais os receberam na ração desde o primeiro dia de vida, sendo infectados com SE no quinto dia. Foram realizados suabes cloacais no sétimo dia de vida, observando-se que apenas as aves que receberam ácido acético apresentaram resultado positivo para SE (80% dos animais testados). No oitavo dia, os animais foram eutanasiados para colheita de conteúdo cecal e, apenas o grupo que recebeu ácido butírico apresentou redução significativa na quantidade de UFC no conteúdo cecal.

Já Grilli et al. (2011), avaliaram o efeito de uma mistura contendo 25% de ácido sórbico e 6% de timol e carvacrol (óleos essenciais presentes no tomilho e no orégano, respectivamente) encapsulada em matriz lipídica, na redução da colonização cecal por *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* sorovar Hadar (SHA). A mistura foi fornecida às aves desde o primeiro dia de vida e, cada sorovar foi avaliado em experimentos separados. No experimento com SE, a quantificação das UFC no conteúdo cecal foi feita 7º, 14º e 24º dpi, observando-se redução significativa apenas no 24º dpi, com uso das doses de 2 kg e 5 kg da mistura por tonelada de ração. Já no experimento com SHA, a quantificação ocorreu no 5º, 10º e 20º dpi e, foi observada redução significativa somente no 20º dpi, nos grupos que receberam 0,3 kg, 1 kg e 5 kg da mistura por tonelada de ração.

Stingelin et al. (2023), utilizando a mesma mistura descrita por Grilli et al. (2011), porém com proporções de 25% de ácido sórbico, 9,5% de timol e 2,5% de carvacrol, encapsulados em matriz lipídica. Forneceram o aditivo para frangos de corte por meio da ração. A suplementação foi realizada na dose de, 2 kg/tonelada de ração do 1º ao 21º dia de idade e, 1 kg/tonelada de ração do 35º ao 42º dia. Os autores observaram efeito significativo na redução da excreção fecal de STM e *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Minnesota (SM).

Além disso, Willamil et al. (2011), evidenciaram que uma mistura contendo ácido láctico e ácido fórmico (1:1), administrada na dose de 280 g/T para suínos em fase de terminação durante 35 dias até o abate, reduziu significativamente o número de amostras sorológicas positivas para *Salmonella* spp., bem como a excreção fecal do patógeno.

Somado a esses achados, os ácidos orgânicos não exercem pressão seletiva que possa induzir o aumento de bactérias resistentes a antimicrobianos (CHERRINGTON et al., 1991). Ademais, apresentam efeito residual no controle da colonização por *Salmonella* spp. em rações contaminadas por até 28 dias, um período consideravelmente mais prolongado quando comparado aos efeitos observados com o tratamento da ração por óxido de etileno, radiação ou peletização em altas temperaturas (IBA; BERCHIERI, 1995).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Suabe de fundo de caixa

No momento da chegada das aves, foram realizados suabes do mecônio presente nas caixas de transporte com o objetivo de confirmar a ausência de *Salmonella* spp. Para isso, utilizaram-se suabes estéreis de algodão, que foram friccionadas no fundo das caixas de transporte das aves. Em seguida, os suabes foram incubados em meio contendo selenito e novobiocina por 24 horas a 37 °C. Posteriormente, procedeu-se ao plaqueamento por esgotamento em meio ágar LB, seguido de nova incubação nas mesmas condições anteriores (ZANCAN et al., 2000).

As bactérias que se multiplicaram em ágar LB foram submetidas aos testes de soroglutinação rápida em lâmina. técnica que se baseia na reação entre antígenos presentes na superfície bacteriana e anticorpos específicos. Para a execução do método, foram utilizados anticorpos polivalentes somáticos e flagelares, além do anticorpo monovalente O:9.

A utilização de anticorpos polivalentes somáticos possibilita uma triagem inicial mais ampla para a detecção de bactérias do gênero *Salmonella* spp. Já os anticorpos polivalentes flagelares permitem uma triagem abrangendo sorovares causadores do paratifo aviário. Por sua vez, o anticorpo monovalente O:9 possibilita identificar antígenos específicos apresentados por sorovares de *Salmonella* spp. pertencentes ao sorogrupo D, que inclui SE, garantindo maior precisão na avaliação (GASPERINI et al., 2024).

4.2 Produto avaliado

Foi utilizado um *blend* de ácidos orgânicos encapsulados contendo ácido fórmico e ácido propiônico, fornecido para os animais “*ad libitum*” conforme os tratamentos **A**: 300g de produto / tonelada de ração; **B**: 500g de produto / tonelada de ração; **C**: 750g de produto / tonelada de ração; **D**: Não recebeu o produto (controle positivo).

A ração utilizada estava isenta de produtos antimicrobianos, anticoccidianos, farinha de origem animal e óleo.

4.3 Bactéria e preparo do inóculo

Foi utilizada a estirpe P109127 de SE^{NaISpc}, armazenada à - 80 °C em meio Luria-Bertani com 30% de glicerol de proporção. Após descongelamento a estirpe foi

inoculada em 10 mL de caldo Luria-Bertani (LB) com incubação a 37 °C por 18 horas em agitação constante de 150 rpm. Posteriormente, foi feito plaqueamento para contagem em meio ágar Verde-Brilhante suplementado com ácido nalidíxico e espectinomicina (Ágar VB NaISpc) (BERCHIERI et al., 2001).

Com o resultado do plaqueamento para contagem, realizou-se a determinação da concentração de bactérias presentes no inóculo e, no terceiro dia de vida, as aves receberam 0,2 mL do inóculo (contendo aproximadamente 1×10^6 UFC) por gavagem diretamente no papo.

4.4 Ensaio *in vivo* e delineamento experimental

Para cada tratamento foram utilizados 45 pintinhos recém-eclodidos, de linhagem de corte, provenientes de um incubatório comercial. As aves foram alojadas em bateria metálica, em sala climatizada. O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), com protocolo de número 9160320192/2025.

No momento da chegada, realizaram-se suabes do mecônio presente nas caixas de transporte, com o objetivo de confirmar a ausência de *Salmonella* spp., conforme descrito no tópico 4.5.

O produto foi fornecido às aves durante todo o período experimental, por meio da ração, do 1º ao 31º dia de vida. As aves dos grupos A, B e C receberam os tratamentos, enquanto as do grupo D receberam apenas ração, constituindo o grupo controle positivo. A administração dos tratamentos teve início imediatamente após a chegada das aves.

Para a colheita de amostras, no 2º, 5º, 7º, 14º, 21º e 28º dpi (Tabela 1), cinco aves de cada grupo foram eutanasiadas para realização da contagem de SE^{NaISpc} no conteúdo cecal. Além disso, duas vezes por semana após o desafio, realizou-se suabe cloacal de 15 aves de cada grupo, com o objetivo de verificar a presença de SE^{NaISpc} na região e, assim, monitorar a excreção fecal da bactéria.

Tabela 1 - Delineamento experimental, contendo os níveis de inclusão do produto avaliado por tonelada de ração para cada grupo, o período de infecção experimental, o cronograma da realização dos suabes cloacais e das colheitas de conteúdo cecal.

Grupos	Produto / tonelada de ração*	Desafio 3º dia de vida	Inspeção Conteúdo cecal	Suabes cloacais
A	300g	+		
B	500g	+	2,5,7,14,21	15 aves / grupo /
C	750g	+	e 28 dpi	2 vezes /
D	Controle positivo	+		semana

Fonte: Produção do próprio autor.

*: concentração do produto; dpi: dias pós-infecção.

4.5 Exames bacteriológicos

4.5.1 Análise da colonização intestinal por SE^{NalSpc}

A contagem de SE^{NalSpc} foi realizada conforme o modelo proposto por Barrow et al. (1987). O conteúdo dos cecos dos animais eutanasiados foi colhido individualmente e diluído em solução salina tamponada pH 7,4 (PBS), na proporção de 1:10. Em seguida, prepararam-se diluições decimais seriadas até a concentração de 10^{-6} , utilizando tubos contendo PBS pH 7,4.

Posteriormente, realizou-se o plaqueamento de cada uma das diluições em Ágar VB NalSpc e, adicionou-se igual volume de selenito-novobiocina em dupla concentração ao conteúdo cecal previamente diluído a 10^{-1} em PBS pH 7,4. Tanto as placas de Ágar VB NalSpc quanto o conteúdo cecal diluído no selenito-novobiocina foram incubadas por 24 horas a 37 °C.

Após incubação, para as amostras que não apresentaram multiplicação no meio Ágar VB NalSpc, foi utilizado o conteúdo cecal incubado no meio selenito-novobiocina para a realização de um novo plaqueamento em Ágar VB NalSpc e, incubado nas mesmas condições previamente descritas.

Para análise dos resultados, obteve-se o número de unidades formadoras de colônia (UFC) por grama de fezes. Esses valores foram transformados em $\log_{10}$ para posterior análise e interpretação dos dados.

4.5.2 Análise da excreção fecal de SE^{NalSpc}

A análise da presença de SE^{NalSpc} na região cloacal foi realizada com o objetivo de correlacionar a detecção da bactéria nesse local com sua excreção pelas fezes. Para isso, utilizaram-se suabes estéreis de algodão, que foram friccionados na porção anterior da mucosa cloacal. Em seguida, os suabes foram acondicionados em tubos contendo três mL de caldo selenito-novobiocina.

Após homogeneização, procedeu-se ao plaqueamento individual dos suabes por esgotamento em Ágar VB NalSpc. Tanto as placas de Ágar VB NalSpc quanto os suabes imersos em caldo selenito-novobiocina foram incubados a 37 °C por 24 horas.

Após o período de incubação, na ausência de colônias típicas do gênero *Salmonella* spp. nas placas de Ágar VB NalSpc, os suabes mantidos no caldo selenito-novobiocina foram novamente semeados em placas contendo Ágar VB NalSpc e incubados nas mesmas condições previamente descritas.

4.6 Preparo dos meios de cultura utilizados

4.6.1 Ágar Verde-Brilhante + Ácido nalidíxico + Espectinomicina

O meio de cultura Ágar Verde-Brilhante (Kasvi, Espanha) foi preparado na proporção de 58,1 gramas para cada 1 litro de água destilada, sendo posteriormente autoclavado a 121 °C por 15 minutos, conforme as recomendações do fabricante. Após a autoclavagem e o resfriamento do meio, foram adicionados 25 µg/mL de espectinomicina e 25 µg/mL de ácido nalidíxico.

4.6.2 Luria-Bertani

O ágar Luria-Bertani (Sigma-Aldrich, EUA) foi preparado na proporção de 35 gramas para cada 1 litro de água destilada e, autoclavado a 121 °C por 15 minutos, seguindo as recomendações do fabricante.

O caldo Luria-Bertani (Difco, EUA) foi preparado na proporção de 20 gramas para cada 1 litro de água destilada e, autoclavado a 121 °C por 15 minutos, também conforme as orientações do fabricante.

4.6.3 Selenito + Novobiocina

O meio de cultura Selenito (HiMedia, Índia) foi preparado utilizando água destilada previamente autoclavada e resfriada. A mistura foi preparada na proporção de 19 gramas da parte A e 4 gramas da parte B para cada litro de água, conforme as recomendações do fabricante. Posteriormente, adicionou-se novobiocina 0,4%, na proporção de 1 mL de antibiótico para cada 100 mL de meio preparado.

4.7 Água fornecida aos animais

A água utilizada encontrava-se isenta de produtos antimicrobianos, anticoccidianos ou qualquer outro tipo de aditivo. Antes de ser fornecida aos animais, a água foi fervida em alta temperatura por no mínimo duas horas e, posteriormente, resfriada até atingir a temperatura ambiente.

4.8 Análise estatística

A excreção fecal da estirpe desafio foi avaliada por meio dos suabes cloacais e, os resultados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando-se o teste não paramétrico do Qui-Quadrado, com nível de significância de 5%.

A avaliação da colonização cecal foi realizada por meio da contagem da estirpe desafio no conteúdo cecal, expressa em unidades formadoras de colônia por grama de fezes (UFC/g). As médias dos grupos foram comparadas utilizando-se análise de variância (ANOVA) com o teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à excreção fecal, o grupo A apresentou 58,03% de positividade (65/112) nas amostras cloacais para SE^{NaISpc} . No grupo B, a positividade foi de 31,25% (35/112), enquanto no grupo C foi de 34,90% (37/106) e no grupo D, de 55,88% (57/102), conforme exposto na Tabela 2 e na Figura 1. Dessa forma, observou-se menor excreção pelas aves do grupo B que receberam 500 g do produto por tonelada de ração e, C que receberam 750 g do produto por tonelada de ração, em relação aos demais grupos, incluindo o grupo controle positivo ($P < 0,05$). O grupo A apresentou valores maiores do que aqueles observados no grupo D (controle positivo) e não foram estatisticamente significantes ($P > 0,05$).

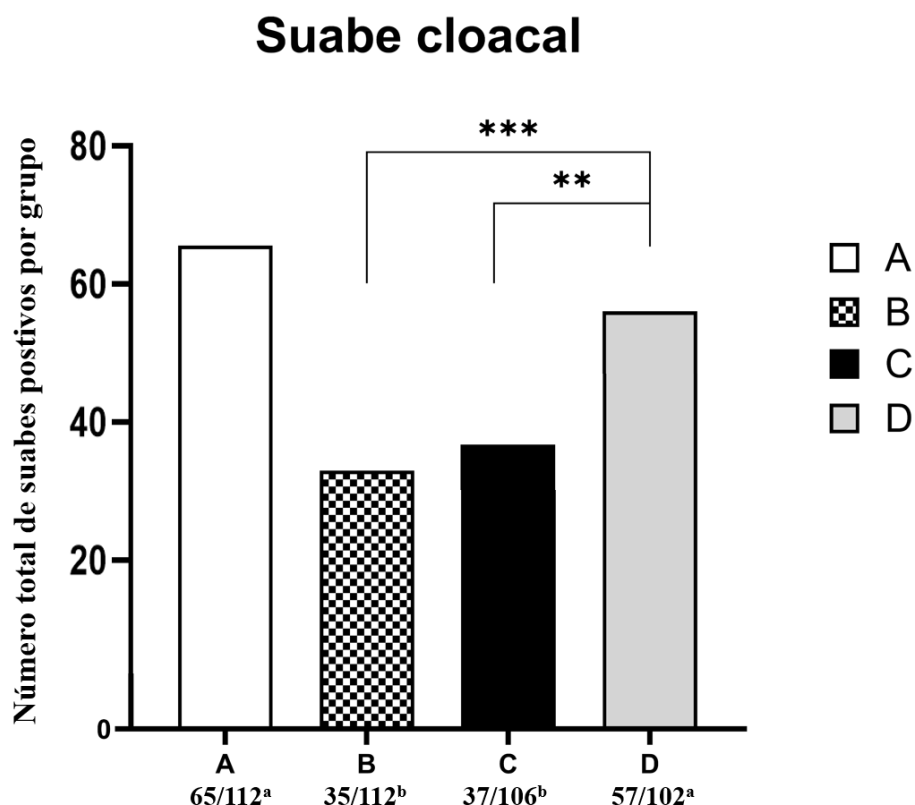
Tabela 2 - Número de amostras positivas pelo número de aves desafiadas com SE^{NaISpc} e tratadas experimentalmente para avaliação da excreção fecal.

DPI	Tratamento A	Tratamento B	Tratamento C	Tratamento D
4	11/15*	10/15*	9/15*	11/15*
6	8/15	7/15	1/15	8/15
10	7/15	4/15	6/15	8/15
12	8/15	4/15	4/15	9/15
17	8/15	5/15	5/14	4/13
19	8/15	2/15	8/14	10/13
24	7/11	1/11	3/9	5/8
26	8/11	2/11	1/9	2/8
Total**	65/112 ^a	35/112 ^b	37/106 ^b	57/102 ^a

Fonte: Produção do próprio autor.

*Número de suabes positivos / total de suabes realizados por dia. **Somatória de todos os suabes positivos em cada tratamento / Somatória de todos os suabes realizados por tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($\chi^2 = P > 0,05$). DPI= dias pós-infecção.

Figura 1 - Resultado da análise da excreção fecal de SE^{NalSpc}



Fonte: Produção do próprio autor.

Somatória de todos os suabes positivos para SE^{NalSpc} em cada tratamento. As colunas sinalizadas com ** e *** diferem estatisticamente entre si ($\chi^2 = P > 0,05$)

Van Immerseel et al. (2004), obtiveram resultados semelhantes, porém utilizando ácido fórmico, ácido propiônico ou ácido butírico de forma isolada, nas doses de 2,17; 2,75 e 1,56 kg por tonelada de ração, respectivamente, todos encapsulados por matéria mineral.

Stingelin et al. (2023), demonstraram que uma mistura contendo 25% de ácido sórbico, 9,5% de timol e 2,5% de carvacrol, óleos essenciais presentes no tomilho e orégano, respectivamente, encapsulados em matriz lipídica e fornecida a frangos de corte na dose de 2 kg/tonelada de ração do 1º ao 21º dia de idade e 1 kg/tonelada do 35º ao 42º dia, apresentou efeito significativo na redução da excreção fecal de STM e SM.

Em contraponto, Leonídio et al. (2024), não evidenciaram redução significativa na excreção fecal de SE em frangos de corte suplementados com ácido butírico encapsulado em matriz lipídica nas doses de 300 g/T, 750 g/T e 1500 g/T de ração.

Os resultados da colonização cecal por SE^{NalSpc} estão expostos na Tabela 3 e na Figura 2. Os valores das contagens de SE^{NalSpc} nos grupos tratados (A, B e C) apresentaram variações em relação ao grupo D (controle), ora sendo superiores, ora inferiores, em diferentes dpi.

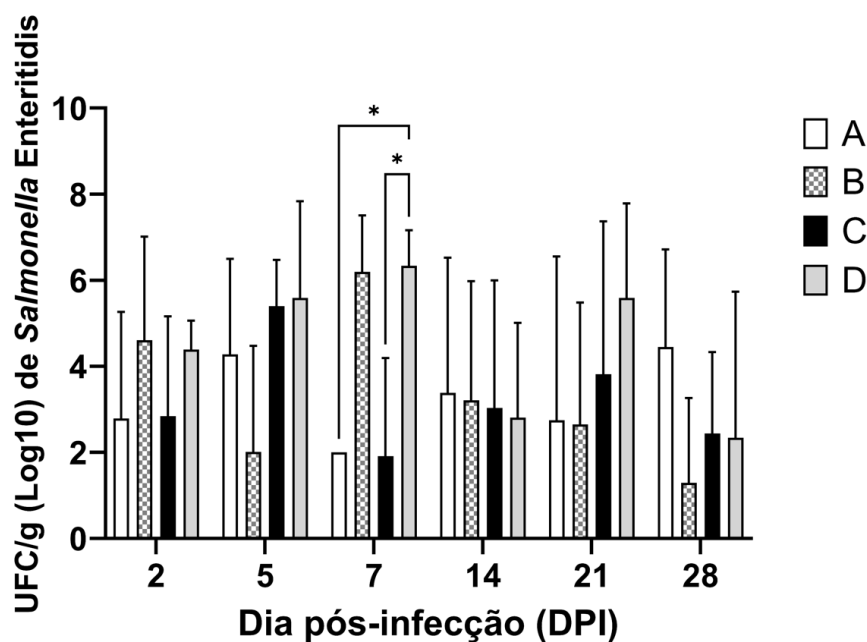
Tabela 3 - Média (5 aves) da contagem de SE^{NalSpc} ($\log_{10}$) em conteúdo cecal de aves desafiadas e tratadas experimentalmente.

DPI	Tratamento			
	A	B	C	D
2	2,79 a	4,61 a	2,84 a	4,39 a
5	4,28 a	2,01 a	5,40 a	5,58 a
7	2,00 b	6,20 a	1,91 b	6,34 a
14	3,39 a	3,21 a	3,04 a	2,81 a
21	2,75 a	2,65 a	3,81 a	5,59 a
28	4,45 a	1,29 a	2,44 a	2,34 a

Fonte: Produção do próprio autor.

Média da contagem de SE^{NalSpc} ($\log_{10}$) em conteúdo cecal de 5 aves. DPI= dias pós-infecção. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras minúsculas diferentes em uma mesma linha, diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

Figura 2 - Análise da colonização intestinal por SE^{NalSpc}



Fonte: Produção do próprio autor.

Média da contagem de SE^{NalSpc} ($\log_{10}$) em conteúdo cecal de 5 aves para cada tratamento, nos diferentes dpi avaliados. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. As colunas sinalizadas com * diferem estatisticamente entre si ($\chi^2 = P > 0,05$).

Houve diferença estatística entre os grupos tratados A (300 g de produto por tonelada de ração) e C (750 g de produto por tonelada de ração) quando comparados ao grupo D (controle positivo), porém apenas no momento correspondente a 7 dpi. Embora tenha sido observada redução na presença de SE^{NalSpc} em aves dos grupos tratados e do grupo controle em outros dpi, essa redução não foi significativa.

Esse resultado se difere dos estudos presentes na literatura. Iba e Berchieri (1995), por exemplo, demonstraram o efeito significativo de uma mistura de ácidos fórmico e propiônico na redução da colonização cecal por diferentes sorovares de *Salmonella enterica* em frangos de corte, incluindo SE.

Da mesma forma, Sterzo et al. (2007), observaram redução significativa na colonização cecal por SE em frangos de corte que receberam, desde o primeiro dia de vida, uma ração suplementada com uma mistura de ácidos fórmico e propiônico na dose de 3 kg da mistura por tonelada de ração.

Outro estudo relevante é o de Mchan e Shotts (1992), que relatou redução significativa da colonização cecal por STM mediante suplementação da ração com ácido fórmico ou ácido propiônico na concentração de 10 kg por tonelada de ração, fornecida a pintinhos desde o primeiro dia de vida.

Um fato a ser considerado é que Mchan e Shotts (1992) utilizaram os ácidos na dose de 10 kg por tonelada, enquanto Sterzo et al. (2007), utilizaram 3 kg por tonelada de ração, valores muito superiores às doses empregadas no presente experimento (300 g, 500 g e 750 g por tonelada de ração).

6. CONCLUSÃO

Portanto, os resultados do presente estudo sugerem que as doses de 500 g/T e, 750 g/T do produto avaliado, podem exercer efeito protetor quando utilizados na ração de aves de corte, no que se refere à excreção de SE^{NalSpc}.

O efeito inibidor da colonização cecal por SE^{NalSpc} foi observado pontualmente nos grupos A e C aos 7 dpi, porém de forma isolada, o que impede conclusões definitivas. Novos experimentos são necessários para avaliar se as doses utilizadas foram insuficientes para promover esse efeito.

7.REFERÊNCIAS

ABPA. **Relatório anual 2025**. São Paulo: ABPA, 2025. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2025/04/ABPA.-Relatorio-Anual-2025.pdf> Acesso em: 18 nov. 2025

BARON, S.; JOUY, E.; LARVOR, E.; EONO, F.; BOUGEARD, S.; KEMPF, I. Impact of third-generation-cephalosporin administration in hatcheries on fecal *Escherichia coli* antimicrobial resistance in broilers and layers. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, v. 58, n. 9, p. 5428-5434, 2014.

BARROW, P.A.; HUGGINS, M.B.; LOVELL, M.A.; SIMPSON, J.M. Observations on the pathogenesis of experimental *Salmonella* Typhimurium infection in chickens. **Research in veterinary science**, v. 42, n. 2, p. 194-199, 1987.

BERCHIERI JUNIOR, A.; BARROW, P. A. Reduction in incidence of experimental fowl typhoid by incorporation of a commercial formic acid preparation (Bio-Add™) into poultry feed. **Poultry Science**, v. 75, n. 3, p. 339-341, 1996.

BERCHIERI JUNIOR, A.; WIGLEY, P.; PAGE, K.; MURPHY, C.K.; BARROW, P.A. Further studies on vertical transmission and persistence of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis phage type 4 in chickens. **Avian pathology**, v. 30, n. 4, p. 297-310, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Avicultura brasileira já exportou mais de US\$ 5,4 bilhões em 2025. Brasília: **MAPA**, 28 ago. 2025a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/avicultura-brasileira-ja-exportou-mais-de-us-5-4-bilhoes-em-2025>. Acesso em: 21 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). **Anuário dos programas de controle de alimentos de origem animal e produtos destinados à alimentação animal do DIPOA**. Volume 11. Brasília: MAPA/DIPOA, 2025b. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/AnurioDIPOA2025_vol11_v.2.pdf. Acesso em: 21 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 13 de janeiro de 2020. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/INM000000012020.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 14, de 17 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 18 maio 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-14-de-17-de-maio-de-2012.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 21 de outubro de 2016. **Diário Oficial da União**, Seção 1, p. 13, Brasília, DF, 25 out. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pnsa/imagens/inm00000020.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 78, de 3 de novembro de 2003. Normas Técnicas para Controle e Certificação de Núcleos e Estabelecimentos Avícolas como Livres de *Salmonella* Gallinarum e de *Salmonella* Pullorum e Livres ou Controlados para *Salmonella* Enteritidis e para *Salmonella* Typhimurium. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 nov. 2003. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pnsa/2003_78.INconsolidada.pdf. Acesso em: 18 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Panorama e Perspectivas sobre a Avicultura e Suinocultura Brasileiras. **Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Aves e Suínos**. Brasília: MAPA, 2025c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/aves-e-suinos/2025/59a-ro-20-03-2025/mercado-da-carne-de-aves-e-suinos.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2025.

BRASILEIRO, A.C.M.; SÁ, C.V.G.C.; RODRIGUES, C.S.; OLIVEIRA, A.; NICOLINO, R.; HADDAD, J.P.A. Risk Factors and Prevalence of *Salmonella* spp. in Poultry Carcasses in Slaughterhouses Under Official Veterinary Inspection Service in Brazil. **Animals**, v. 15, n. 16, p. 2377, 2025.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Bacteria, Enterics, Ameba, and Mycotics Dashboard**. April 2025. Atlanta: CDC, 2025. Disponível em: <https://www.cdc.gov/ncezid/dfwed/beam-dashboard.html> Acesso em: 29 out. 2025

CHERIAN, G. Nutrition and metabolism in poultry: role of lipids in early diet. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 28, 2015.

CHERRINGTON, C.A.; HINTON M.; MEAD G.C.; CHOPRA I. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances in microbial physiology**, v. 32, p. 87-108, 1991.

DAS MERCÊS SANTOS, A. F., AMPARO, L. F. V., MACHADO, S. C. A., DIAS, T. S., BERTO, L. H., DA COSTA ABREU, D. L.; AQUINO, M. H. C.; RODRIGUES, D. P.; ALMEIDA PEREIRA, V. L. *Salmonella* serovars associated with human salmonellosis in Brazil (2011-2020). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. e28011830533-e28011830533, 2022.

DITTOE, D. K.; RICKE, S. C.; KIESS, A. S. Organic acids and potential for modifying the avian gastrointestinal tract and reducing pathogens and disease. **Frontiers in veterinary science**, v. 5, p. 216, 2018.

EUROPEAN UNION. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of the European Union**, L 268, p. 29-43, 2003. 27 mar. 2021 Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02003R1831-20210327>. Acesso em: 1 nov. 2025.

FELIX, L.; MOREIRA FILHO, A.; SANTOS, M. R.; SARAIVA, M.; FREITAS NETO, O.; GIVISIEZ, P.; OLIVEIRA, C. Intestinal morphometric changes associated with the use of non-antibiotic feed additives in broiler chicks challenged with *Salmonella* Enteritidis. **Journal of Animal Science and Technology**, 2023.

FERNANDES, S. A.; TAVECHIO, A. T.; GHILARDI, Â. C. R.; ALMEIDA, E. A.; SILVA, J. M. L. D.; CAMARGO, C. H.; TIBA-CASAS, M. R. *Salmonella enterica* serotypes from human and nonhuman sources in Sao Paulo State, Brazil, 2004-2020. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 64, p. e66, 2022.

FERREIRA, V.A.; SARAIVA, M.M.S.; CAMPOS, I. C.; SILVA, M. P. S. D.; BENEVIDES, V. P.; ALMEIDA, A.M.; CODOGNOTO, T. A.; NASCIMENTO, C. F.; LIMA, T. S.; RODRIGUES ALVES, L. B.; BERCHIERI JUNIOR, A. In vitro conjugation of IncB/O-plasmid: Minimum inhibitory concentration of β -lactams increases 16-fold in *Salmonella enterica* compared with *Escherichia coli*. **Microbial Pathogenesis**, v. 193, p. 106788, 2024.

FLEURY, M. A.; MOURAND, G; JOUY, E.; TOUZAIN, F.; LE DEVENDEC L.; DE BOISSESON, C.; EONO, F.; CARIOLET, R; GUÉRIN, A.; LE GOFF, O.; BLANQUET-DIOT, S.; ALRIC, M.; KEMPF, I. Impact of Ceftiofur Injection on Gut Microbiota and *Escherichia coli* Resistance in Pigs. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 59, n. 9, p. 5171–5180, set. 2015.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Cephalosporin Order of Prohibition: Questions and Answers**. Silver Spring, MD: FDA, 2012. Disponível em: <https://www.federalregister.gov/documents/2012/01/06/2012-35/new-animal-drugs-cephalosporin-drugs-extralabel-animal-drug-use-order-of-prohibition>. Acesso em: 18 out. 2025

FREITAS NETO O. C de; PENHA FILHO R. A. C.; BERCHIERI JUNIOR A. Salmoneloses aviárias. In: ANDREATTI FILHO, et al. **Doenças das aves**. 3ª ed. Campinas: Facta, 2020. Seção 4. p. 491-518.

GASPERINI, G.; MASSAI, L.; DE SIMONE, D.; RASO, M. M.; PALMIERI, E.; ALFINI, R.; ROSSI, O.; RAVENSCROFT, N.; KUTTEL, M. M.; MICOLI, F. O-Antigen decorations in *Salmonella enterica* play a key role in eliciting functional immune responses against heterologous serovars in animal models. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 14, p. 1347813, 2024.

GIBBONS, J. F.; BOLAND, F.; EGAN, J.; FANNING, S.; MARKEY, B. K.; LEONARD, F. C. Antimicrobial resistance of faecal *Escherichia coli* isolates from pig farms with different durations of in-feed antimicrobial use. **Zoonoses and public health**, v. 63, n. 3, p. 241-250, 2016.

GÓMEZ-GARCÍA, M.; SOL, C.; DE NOVA, P. J. G.; PUYALTO, M.; MESAS, L.; PUENTE, H.; MENCÍA-ARES, Ó.; MIRANDA, R.; ARGÜELLO, H.; RUBIO, P.; CARVAJAL, A. Antimicrobial activity of a selection of organic acids, their salts and essential oils against swine enteropathogenic bacteria. **Porcine health management**, v. 5, n. 1, p. 32, 2019.

GRILLI, E.; TUGNOLI, B.; FORMIGONI, A.; MASSI, P.; FANTINATI, P.; TOSI, G.; PIVA, A. Microencapsulated sorbic acid and nature-identical compounds reduced *Salmonella* Hadar and *Salmonella* Enteritidis colonization in experimentally infected chickens. **Poultry Science**, v. 90, n. 8, p. 1676-1682, 2011.

ISSENHUTH-JEANJEAN S., ROGGENTIN P., MIKOLEIT M. et al. Supplement 2008–2010 (no. 48) to the white–Kauffmann–Le minor scheme. **Research in microbiology**, v. 165, n. 7, p. 526-530, 2014.

GUARD-PETTER, J. The chicken, the egg and *Salmonella* Enteritidis. **Environmental Microbiology**, v. 3, n. 7, p. 421-430, 2001.

HARRIS, A.A.; CHERUBIN, C.; BIEK, R.; EDWARDS, L. C. Frequency of *Salmonella* typhimurium the year after a massive outbreak. **Diagnostic microbiology and infectious disease**, v. 13, n. 1, p. 25-30, 1990.

HINTON, M.; LINTON, A. H. Control of *Salmonella* infections in broiler chickens by the acid treatment of their feed. **The Veterinary Record**, v. 123, n. 16, p. 416-421, 1988.

HUME, M. E.; CORRIER, D. E.; IVIE, G. W.; DELOACH, JR. Metabolism of [14 C] propionic acid in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 72, n. 5, p. 786-793, 1993.

HUMPHREY, T. J.; LANNING, D. G. The vertical transmission of salmonellas and formic acid treatment of chicken feed: a possible strategy for control. **Epidemiology & Infection**, v. 100, n. 1, p. 43-49, 1988.

IBA, ANA MARIA; BERCHIERI JUNIOR, A. Studies on the use of a formic acid-propionic acid mixture (Bio-add™) to control experimental *Salmonella* infection in broiler chickens. **Avian Pathology**, v. 24, n. 2, p. 303-311, 1995.

ISSENHUTH-JEANJEAN S., ROGGENTIN P., MIKOLEIT M. et al. Supplement 2008–2010 (no. 48) to the white–Kauffmann–Le minor scheme. **Research in microbiology**, v. 165, n. 7, p. 526-530, 2014.

KHAN, S. H.; IQBAL, J. Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. **Journal of applied animal research**, v. 44, n. 1, p. 359-369, 2016.

KOVANDA, L.; ZHANG, W.; WEI, X.; LUO, J.; WU, X.; ATWILL, E. R.; VAESSEN, S.; LI, X.; LIU Y. In vitro antimicrobial activities of organic acids and their derivatives on several species of gram-negative and gram-positive bacteria. **Molecules**, v. 24, n. 20, p. 3770, 2019.

LEE, S. I.; KIM, H. S.; KIM, I. Microencapsulated organic acid blend with MCFAs can be used as an alternative to antibiotics for laying hens. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v. 39, n. 5, p. 520-527, 2015.

LEMOS, M. P. L.; SARAIVA, M. M. S.; LEITE, E. L.; SILVA, N. M.V.; VASCONCELOS, P. C.; GIACHETTO, P. F.; FREITAS NETO, O.C.; GIVISIEZ, P. E. N.; GEBREYES, W. A.; OLIVEIRA C. J. B. The posthatch prophylactic use of ceftiofur affects the cecal microbiota similar to the dietary sanguinarine supplementation in broilers. **Poultry science**, v. 99, n. 11, p. 6013-6021, 2020.

LEONÍDIO, A. R. A.; MINAFRA, C.; ANDRADE, M. A.; NASCENTE, E. D. P.; NASCIMENTO, G. M.; SANTOS, J. B. D.; STRINGHINI J. H.; ALMEIDA A. M. S. Effects of encapsulated butyric acid on general performance, intestinal health, and colonization in organs of poultry infected with *Salmonella* Enteritidis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 53, p. e20220150, 2024.

LIU, L.; LI, Q.; YANG, Y.; GUO, A. Biological function of short-chain fatty acids and its regulation on intestinal health of poultry. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, p. 736739, 2021.

MCHAN, F.; SHOTTS, E. B. Effect of feeding selected short-chain fatty acids on the in vivo attachment of *Salmonella* typhimurium in chick ceca. **Avian Diseases**, p. 139-142, 1992.

PICKLER, L.; BEIRÃO, B. C.; HAYASHI, R. M.; DURAU, J. F.; LOURENÇO, M. C.; CARON, L. F.; SANTIN, E. R. Effect of sanguinarine in drinking water on *Salmonella* control and the expression of immune cells in peripheral blood and intestinal mucosa of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 3, p. 430-438, 2013.

RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M.; PENZ JÚNIOR, A. M.; KRABBE, E. L.; BRUGALLI, I.; POPHAL, S. Evaluation of monensin on the performance and carcass and cuts yield of broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1141-1152, 2000.

RICKE, S. C.; DITTOE, D. K.; RICHARDSON, K. E. Formic acid as an antimicrobial for poultry production: A review. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, p. 563, 2020.

SARAIVA, M. M. S.; MOREIRA FILHO, A. L. B.; FREITAS NETO, O. C.; SILVA, N. M. V.; GIVISIEZ, P. E. N.; GEBREYES, W. A.; OLIVEIRA, C. J. B. Off-label use of ceftiofur in one-day chicks triggers a short-term increase of ESBL-producing *E. coli* in the gut. **PLoS One**, v. 13, n. 9, p. e0203158, 2018.

RODRIGUES, H. L. S.; BENEVIDES, V. P.; KOLOSOSKI, I. M. M.; SARAIVA, M. M. S.; SOUKI, N. P. D. B. G.; BARROS, T. A.; RABELO, A. L. C.; FERREIRA, V. A.; DIX, M. F. F.; ALMEIDA, A. M.; ROQUE-BORDA, C. A.; BERCHIERI JUNIOR, A. Effective Control of *Salmonella* Enteritidis in Poultry by Dietary Supplementation with Microencapsulated Essential Oils. **Antibiotics**, v. 14, n. 6, p. 552, 2025.

SARAIVA, M. M. S.; SILVA, N. M. V.; FERREIRA, V.A.; MOREIRA FILHO, A. L. B.; GIVISIEZ, P. E. N.; FREITAS NETO, O. C.; BERCHIERI JÚNIOR, A.; GEBREYES,

W. A.; DE OLIVEIRA, C. J. B. Residual concentrations of antimicrobial growth promoters in poultry litter favour plasmid conjugation among *Escherichia coli*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 74, n. 5, p. 831-838, 2022.

STERZO, E. V.; PAIVA, J. B.; MESQUITA, A. L.; FREITAS NETO, O. C.; BERCHIERI JUNIOR, A. Organic acids and/or compound with defined microorganisms to control *Salmonella enterica* serovar Enteritidis experimental infection in chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 9, p. 69-73, 2007.

STINGELIN, G.M.; SCHERER, R.S.; MACHADO, A. C.; PIVA, A.; GRILLI, E.; PENHA FILHO, R.C. The use of thymol, carvacrol and sorbic acid in microencapsules to control *Salmonella* Heidelberg, *S. Minnesota* and *S. Typhimurium* in broilers. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 1046395, 2023.

SUN, H.; WAN, Y.; DU, P.; BAI, L. The epidemiology of monophasic *Salmonella* Typhimurium. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2020.

TEJERO-SARIÑENA, S.; BARLOW, J.; COSTABILE, A.; GIBSON, G. R.; ROWLAND, I. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of a range of probiotics against pathogens: evidence for the effects of organic acids. **Anaerobe**, v. 18, n. 5, p. 530-538, 2012.

TELL, L.; HARRENTSTIEN, L.; WETZLICH, S.; NEEDHAM, M.; NAPPIER, J.; HOFFMAN, G.; CAPUTO, J.; CRAIGMILL, A. Pharmacokinetics of ceftiofur sodium in exotic and domestic avian species. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v. 21, n. 2, p. 85-91, 1998.

THOMPSON, J. L.; HINTON, M. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on *Salmonellas* in the crop. **British poultry science**, v. 38, n. 1, p. 59-65, 1997.

VAN IMMERSEEL, F.; FIEVEZ, V.; DE BUCK, J.; PASMANS, F.; MARTEL, A.; HAESEBROUCK, F.; DUCATELLE, R. Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella* Enteritidis in young chickens. **Poultry Science**, v. 83, n. 1, p. 69-74, 2004.

VAN IMMERSEEL, F.; RUSSELL, J. B.; FLYTHE, M. D.; GANTOIS, I.; TIMBERMONT, L.; PASMANS, F.; HAESEBROUCK, F.; DUCATELLE, R. The use of organic acids to combat *Salmonella* in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. **Avian pathology**, v. 35, n. 3, p. 182-188, 2006.

WILLAMIL, J.; CREUS, E.; PÉREZ, J. F.; MATEU, E.; MARTÍN-ORÚE, S. M. Effect of a microencapsulated feed additive of lactic and formic acid on the prevalence of *Salmonella* in pigs arriving at the abattoir. **Archives of Animal Nutrition**, v. 65, n. 6, p. 431-444, 2011.

ZANCAN F.B., BERCHIERI JUNIOR A., FERNANDES S.A., GAMA N.M.S.Q. *Salmonella* spp investigation in transport boxes of day-old birds. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, p. 229-232, 2000.