

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

VINICIUS MATHEUS NOGARA

**Efeitos do *Lactiplantibacillus plantarum* inoculado em embriões de galinhas
infectados com Avian Pathogenic *Escherichia coli*.**

Uberlândia

2024

VINICIUS MATHEUS NOGARA

Efeitos dos *Lactiplantibacillus plantarum* inoculados em embriões de galinhas infectados com Avian Pathogenic *Escherichia coli* sobre a qualidade do pintinho

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientadora: Prof.^a Dra. Belchiolina Beatriz Fonseca

Uberlândia

2024

VINICIUS MATHEUS NOGARA

**Efeitos dos *Lactiplantibacillus plantarum* inoculados em
embriões de galinhas infectados com Avian Pathogenic
Escherichia coli sobre a qualidade do pintinho**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Medicina
Veterinária.

Uberlândia, __ de _____ de 2024

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Belchiolina Beatriz Fonseca (UFU)

Prof^a. Dr^a. Anna Monteiro Correia Lima (UFU)

Prof. Dr. Bruno Serpa Vieira (UFU)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me guiado até aqui, dando-me forças para enfrentar os desafios dessa jornada.

Aos meus pais, Vilma Helena de Oliveira Nogara e José Ademir Nogara, sou profundamente grato por todo o apoio, incentivo e amor dedicados ao longo desse caminho.

Ao meus avós Antônio Bispo de Oliveira ,Elita Xisto.

Aos meus queridos avós, Antônio Nogara e Luzia Fardin Nogara, minha eterna gratidão e saudade. A memória do amor, dos ensinamentos e dos valores que me transmitiram continua a guiar meus passos e a inspirar minhas conquistas.

Aos meus tios e tias Eduardo Roberto Nogara, Lucilei Possetti Nogara, Marlene Nogara Scacco e Antônio Scacco, Pierina Aparecida Nogara Padoan, Vanderleia Aparecida de Oliveira, Marco Antonio Pattaro e especialmente às minhas tias Vanderli Bispo de Oliveira e Maria Eliza Nogara, por sempre acreditarem em mim.

Aos meus primos Eduardo Augusto Nogara, Caio Roberto Nogara, Bruna Padoan, Rogério Padoan, Jeferson Padoan, Tiago Scacco, Gustavo Scacco, Giovanna Scacco, Camila de Oliveira Pattaro, Marcelo de Oliveira Pattaro e Igor Rigon, agradeço por cada demonstração de apoio e carinho.

À minha orientadora, professora Bia Fonseca, minha sincera gratidão pela orientação, dedicação e por me oferecer a oportunidade de trabalhar com alguém que sempre acreditou no meu potencial e que se mostrou uma mentora excepcional.

Agradeço também ao pessoal do LADOC UFU, por todos os ensinamentos e contribuições fundamentais nesta fase final da minha formação.

À minha parceira Nathália Ribeiro Resende, por estar ao meu lado em todos os momentos, bons e desafiadores, ao longo do curso.

Ao meu amigo Henrique Tsubota Manrique, agradeço pelas saídas, risadas e apoio nos momentos em que eu mais precisei.

À Natália Barreira Silva, por ser meu exemplo constante de profissionalismo e dedicação.

E aos meus companheiros de jogatina Renato Augusto Paro Lima e Douglas “BK”, minha gratidão por cada noite de risadas que me ajudaram a aliviar o estresse e seguir em frente

Obrigado a cada um de vocês por terem feito parte da minha história.

RESUMO

O estudo avaliou o efeito dos probióticos *Lactiplantibacillus plantarum* (LP) em embriões de galinhas desafiados com *Escherichia coli* patogênica aviária (APEC) e sua influência na qualidade dos pintinhos. Os embriões da linhagem Ross, com 18 dias de desenvolvimento, foram inoculados com APEC e divididos em três grupos com 25 ovos: (i) Controle positivo, inoculado apenas com APEC; (ii) Controle Negativo inoculado com salina 0,85%; (iii) grupo teste, inoculados com APEC E *L.plantarum* aos 19 dias de incubação. Após a eclosão, os resultados mostraram que a mortalidade foi de 0% (0/25) no grupo controle negativo, 48,14%(12/25) no controle positivo e 44,44%(11/25) no grupo tratado com LP. Embora não houvesse diferença significativa na mortalidade entre os grupos infectados, a qualidade do umbigo apresentou resultados distintos: 78%(19/25) dos pintinhos do controle positivo apresentaram umbigo mal cicatrizado, enquanto 30,76% (7/25) dos tratados com LP não apresentaram esse problema. Esses dados sugerem que a administração de LP pode melhorar a qualidade do pintinho ao reduzir a incidência de umbigos mal cicatrizados em embriões infectados por APEC. Os achados indicam que o uso de probióticos como LP pode ser uma estratégia promissora para mitigar os efeitos adversos da infecção por APEC em embriões de galinhas, contribuindo para a saúde e qualidade dos pintinhos após a eclosão

Palavras-chave: *colibacilose, inoculação in ovo, probiótico*

ABSTRACT

The study evaluated the effect of the probiotic *Lactiplantibacillus plantarum* (LP) on chicken embryos challenged with avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) and its influence on chick quality. Ross-line embryos, with 18 days of development, were inoculated with APEC and divided into three groups of 25 eggs each: Positive Control, inoculated with APEC only; Negative Control, inoculated with 0.85% saline; and Test Group, inoculated with APEC and *L. plantarum*. After incubation until the 21st day, results showed mortality rates of 0% (0/25) in the negative control group, 48.14% (12/25) in the positive control, and 44.44% (11/25) in the group treated with LP. Although there was no significant difference in mortality between the infected groups, the navel quality showed distinct outcomes: 78% (19/25) of chicks in the positive control group had poorly healed navels, whereas only 30.76% (7/25) of those treated with LP presented this issue. These data suggest that LP administration may improve chick quality by reducing the incidence of poorly healed navels in embryos infected by APEC. The findings indicate that the use of probiotics such as LP may be a promising strategy to mitigate the adverse effects of APEC infection in chicken embryos, contributing to the health and quality of chicks after hatching.

Keywords: *colibacilosis, in-ovo inoculation, probiotic*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1.	<i>Escherichia coli</i>	9
2.2.	<i>Avian pathogenic escherichia coli</i>	9
2.3.	Antimicrobianos na avicultura.....	9
2.4.	Probióticos na avicultura.....	10
2.5.	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	10
3.	METODOLOGIA.....	12
3.1.	Inoculação e incubação	12
3.2.	Eclosão e análise.....	12
3.3.	Análise estatística.....	13
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5.	CONCLUSÃO.....	16
	REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

Escherichia coli (*E. coli*) é uma bactéria gram-negativa pertencente à família Enterobacteriaceae, que integra a microbiota de diversas espécies animais, incluindo aves. Até a década de 1950 as *E. coli* eram considerada não patogênica contudo, algumas cepas patogênicas podem ocasionar infecções graves (Olsvik, *et al.* 1991). As *E. coli* são amplamente reconhecidas por sua adaptabilidade e versatilidade patogênica, sendo capaz de causar diversos tipos de infecções em humanos e outras espécies, tanto intestinais quanto extraintestinais. As cepas de *E. coli* responsáveis por doenças intestinais pertencem ao grupo IPEC (*E. coli* patogênica intestinal), enquanto as que provocam infecções fora do trato intestinal são classificadas como ExPEC (*E. coli* patogênica extraintestinal) (Riley, 2020). No grupo ExPEC, destaca-se a Avian Pathogenic *E. coli* (APEC), responsável por diversas infecções locais e sistêmicas em aves, incluindo frangos, perus e patos (Dho-Moulin; Fairbrother, 1999). As lesões mais comuns associadas a colibacilose, causadas pela APEC, incluem peri-hepatite, aerosaculite, pericardite, peritonite de ovo, salpingite, coligranuloma, onfalite, celulite e osteomielite/artrite. A APEC também é associada à síndrome da cabeça inchada em galinhas e ao complexo de osteomielite em perus. (Dziva; Stevens, 2008).

A Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC) afeta todas as etapas da produção avícola e é uma das principais causas de mortalidade, além de provocar a redução da produtividade nas aves afetadas, incluindo diminuição nas taxas de incubação e na produção de ovos, bem como um aumento na condenação das carcaças durante o abate. Essas consequências resultam em perdas econômicas significativas para a avicultura mundial (Kathayat, *et al.* 2021). A situação se agrava com aumento da resistência aos antimicrobianos e a capacidade zoonótica desse patógeno evidenciando a necessidade de controlar a APEC tanto para a saúde e produção avícola quanto para a saúde humana. Estudos recentes indicam que cepas isoladas de APEC provenientes da produção de frango de corte, que têm a capacidade de infectar humanos, já apresentam resistência à fluoroquinolona e quilonona, antimicrobiano classificado como crítico e clinicamente importante para medicina humana pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2017), o que pode tornar o tratamento extremamente difícil caso infectem humanos (Szmolka, 2013; Aworh, *et al.* 2023).

Em patógenos isolados de aves comerciais com suspeita de colibacilose, observou-se que 94% das APEC apresentaram resistência em três ou mais dos antimicrobianos testados. Isso pode resultar em resistência cruzada com outras enterobactérias, representando um risco significativo tanto para aves quanto para seres humanos (Subedi *et al.*, 2018). Uma das

alternativas ao uso de antimicrobianos usados de forma preventiva são os probióticos, descritos como micro-organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (FAO, 2018). O uso de probióticos apresenta benefícios mais evidentes em frangos submetidos a condições de estresse, como infecções, do que em aves mantidas em condições ideais. Esse efeito é semelhante ao observado com os melhoradores de desempenho à base de antimicrobianos. Frangos infectados experimentalmente e suplementados com probióticos apresentam melhorias na taxa de conversão alimentar (Shini *et al.* 2020).

Uma espécie probiótica promissora contra a APEC é o *Lactiplantibacillus plantarum* (LP) que algumas cepas tem demonstrado benefícios significativos no desempenho de crescimento e na saúde intestinal das aves. Estudos atuais exemplificam que a adição de certa cepa de *L. plantarum* à dieta de frangos de corte pode melhorar o ganho de peso diário e a taxa de conversão alimentar, além de promover a homeostase microbiana intestinal e prevenir infecções por patógenos (Peng *et al.*, 2016). Um estudo específico avaliou a cepa GX17 de LP como um aditivo alimentar em pintinhos de um dia, que apresentaram melhorias significativas na resposta imune humoral e na função da barreira intestinal, e aumentou o efeito imunológico das vacinas contra a doença de Newcastle e a gripe aviária. (Yin *et al.*, 2023).

A suplementação de probióticos em embriões tem sido estudada como uma estratégia para melhorar o desempenho das aves comerciais. Estudos demonstraram que a aplicação de probióticos via spray no décimo oitavo dia de incubação resulta em pintinhos mais ativos e alertas, com olhos abertos, cordão umbilical cicatrizado, bem desenvolvidos e sem inchaço ou lesões nos tarsos e na pele (Gao, *et al.* 2024). Esses resultados tornam o uso de LP uma alternativa para os produtores que buscam práticas mais sustentáveis e seguras na avicultura. Logo, se destaca como um aditivo alimentar promissor na produção avícola, contribuindo para o aumento do desempenho produtivo e da saúde intestinal das aves, ao mesmo tempo em que oferece uma potencial alternativa aos antimicrobianos.

O presente estudo avaliou se o LP 01UNICLON inoculado em embriões de galinhas infectados com APEC é capaz de melhorar a viabilidade e qualidade de pintinhos ao eclodir.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* é uma bactéria gram-negativa da família Enterobacteriaceae que está presente na microbiota de diversas espécies animais desde aves até mamíferos. Uma pequena parte de suas cepas é classificada como patogênica e a maioria é apatogênica, sendo que ambas podem conviver em harmonia no mesmo indivíduo sem causar danos a sua saúde (Marietto-Gonçalves, 2010). Dentre as principais cepas patogênicas desse grupo, pode-se citar *E. coli* Enteropatogênica (EPEC), *E. coli* Enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* Enteroinvasora (EIEC), *E. coli* Enterohemorrágica (EHEC) ou *E. coli* Produtora da Toxina de Shiga (STEC), *E. coli* Enteroaggregativa (EAEC) e *E. coli* Aderente Difusa (DAEC). (Croxen;Finlay, 2010; MIRSEPASI-LAURIDEN et al. 2019).

As *E. coli* com habilidades de causar infecções extra intestinais são denominadas Extraintestinal Pathogenic *E. coli* (ExPEC). Dentre suas patogenias, pode-se citar infecções urinárias, meningites, infecções de peritônio e pulmões. Dentre as cepas de ExPEC, tem-se a denominada Avian Pathogenic *Escherichia Coli*, responsável por causar colibaciloses em produções avícolas, o que resulta em grandes prejuízos econômicos na área. Devido a isso, vários métodos foram criados para tentar controlar a incidência de infecção de *E. coli* em granjas avícolas (Dale; Woodford, 2015).

2.2. *Avian pathogenic escherichia coli*

A APEC é a principal causa de perdas econômicas na produção industrial de carnes e ovos de aves. Responsável por causar aerossaculite, pericardite, peritonite, salpingite, sinovite, osteomielite ou infecções do saco vitelino (Dziva, 2008). A forma mais comum é a infecção do trato respiratório, frequentemente seguida de septicemia. Os fatores de virulência descritos até agora para APEC são adesinas (F1 AC/I, fimbrias curli e P) (Dziva; Stevens, 2008), sistema sequestrador de ferro aerobactina, yersiniabactina (Sarowska, et al. 2019) cápsula K1(Zhuge, et al. 2016), proteínas de membrana externa (Pilatti, et al. 2016), produção de colicina(Hayashi et al. 2016) e hemolisina (Murase, et al. 2016) (Kathayat et al., 2021). Devido às grandes perdas econômicas e de animais, foram realizados diversos estudos para tentar controlar essa doença na granja. (Christensen, et al. 2021).

2.3. Antimicrobianos na avicultura

Há muito tempo o uso de antimicrobianos vem sendo utilizados na ração em granjas na avicultura como uma estratégia para a prevenção de infecções e doenças contagiosas além de aumentar o desempenho dos animais e usado como fator de crescimento (Scicutella *et al.*, 2021). Contudo, à medida que o tempo avançou, determinadas bactérias adquiriram resistência aos antimicrobianos. Devido a esse fato alguns países baniram o uso desses fatores de crescimento, como fez a União Europeia (European Comission, 2005). Essa medida permitiu o desenvolvimento de outras técnicas para controle de patógenos como aumento do controle de biosseguridade, controle da cadeia produtiva da granja monitorando os casos desde a incubação dos ovos, controle de entrada e saída de funcionários, auxílio de vacinas para a prevenção e o uso de probióticos (Christensen *et al.* 2021). Dentre o grupo de bactérias resistentes ao antimicrobianos encontramos a APEC. Em um estudo realizado no Nepal em 2018, a APEC se mostrou resistente a antimicrobianos como: ampicilina, co-trimoxazol, doxiciclina, colistina, amikacina e nitrofurantoína (Subedi *et al.*, 2018).

2.4. Probióticos na avicultura

O uso de probióticos na avicultura é uma das alternativas exploradas em consequência ao aumento da resistência aos antimicrobianos (Kabir, 2009). Dentre as alternativas estudadas o uso de probióticos se apresentou uma boa opção. São micro-organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (FAO,2018). Em teste relaziado em pintinhos de frango de corte, o uso de probióticos resultaram na produção de ácido láctico, acético e propiônico que são conhecidos por reduzirem as taxas de microrganismos patógenos no intestino. O *Lactiplantibacillus plantarum* e o *Lactiplantibacillus salivarius*, quando administrado junto a dieta dessas aves foram responsáveis por diminuir o pH do ambiente intestinal reduzindo significativamente a quantidade de patógenos e entre eles a *E.coli* (Blajman, *et al.*2015). Devido a isso, o uso de probióticos pode ser relevante na produção avícola, proporcionando alternativa ao uso de antimicrobianos na redução de microrganismos patogênicos como APEC (Blajman, *et al.*2015).

2.5. *Lactiplantibacillus plantarum*

Lactiplantibacillus plantarum é uma bactéria probiótica gram-positiva e anaeróbica facultativa que produz ácido lácteo como resultado da sua fermentação. Possui grande

capacidade de adaptação e diversidade para realizar sua via metabólica. Essa bactéria já é amplamente usada para produção industrial de produtos lácteos, rações, conservação de carnes, vegetais e fabricação de vinhos (Seddik et al., 2017). Estudos recentes mostram que ao administrá-la via oral como probiótico em frangos de corte aumentou seu desempenho e reduziu significativamente a contagem intestinal de *E. coli* (Wang,et al. 2023). Outro estudo mostrou que LP aumentou a relação entre o comprimento das vilosidades e a profundidade das criptas intestinais, aumentou a expressão de genes relacionados a barreira intestinal, como claudinas (CLDN) e da mucina MUC2. Além disso, o uso do probiótico aumentou o desempenho de frangos de corte reduzindo a taxa de conversão alimentar devido a regulação dos microrganismos no ceco, aumentando a população de *Lactiplantibacillus* e *Bifidobacterium* que diminuem a quantidade de *E. coli* nos intestinos das aves (Abd El-Hack et al. 2020; YIN et al, 2023; Abou-Kassem et al. 2021.).

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em dois locais distintos: Laboratório de Doenças Infectocontagiosas (LADOC), Laboratório de Incubação de Aves (LIAVE), todos localizados na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Foram utilizados embriões de galinha (EG) da linhagem Ross, recebidos com 16 dias de desenvolvimento embrionário (DDE).

3.1. Inoculação e incubação

Os ovos foram recebidos no LIAVE com 16 dias de desenvolvimento embrionário (DDE), pesados e identificados. Os embriões foram divididos em três grupos com 25 embriões em cada: (i) controle positivo (CP) inoculado apenas com APEC; (ii) grupo teste inoculado com APEC e tratado com LP; (iii) controle negativo (CN) inoculado com salina 0,85%. Aos 18 dias de incubação os grupos infectados (CP e grupo teste) foram inoculados por meio da membrana da casca (MC) com APEC a uma concentração de 10^3 UFC/mL (equivalente a 10^2 UFC/EG). Os 25 embriões do grupo CN foi inoculado com 100uL de salina (diluente da APEC). Após a inoculação, os embriões foram colocados em uma incubadora automática (Premium Ecológica®), onde foram mantidos a uma temperatura de 36,5°C e umidade relativa de 55%. Aos 19 DDE, os 25 embriões do grupo teste foram inoculados com LP a 10^6 UFC (ou 10^5 log UFC/EG) via âmnio. O CN e o CP receberam solução salina a 0,85% via âmnio. O acompanhamento dos embriões foi realizado diariamente por ovoscopia até a eclosão, que ocorreu aos 21 DDE.

3.2. Eclosão e análise

Após o nascimento, os pintinhos permaneceram na incubadora até que as penas estivessem completamente secas. Ovos não eclodidos foram quantificados. Em seguida, foi realizada a sexagem e uma avaliação cuidadosa para identificar possíveis sinais de anormalidade, como comportamento sonolento, penugem encrostada, lesões articulares, penugem excessivamente branca, abdome e/ou cloaca emplastados, presença de cordão umbilical, olho melado, pernas desidratadas, falhas na penugem e penugem de coloração esverdeada.

Os pintinhos que não apresentaram alterações significativas ou que apresentavam apenas leves modificações no olho, penugem, bico, pescoço e sistema locomotor, com umbigo normal ou contendo um pequeno resíduo de até 2 mm, pernas hidratadas ou levemente

desidratadas, abdome firme e sem emplastamento, foram considerados de boa qualidade. Posteriormente, os pintinhos foram pesados, anestesiados com xilazina (0,4 mg/kg) e quetamina (100 mg/kg) e submetidos à eutanásia por deslocamento cervical.

3.3. Análise estatística

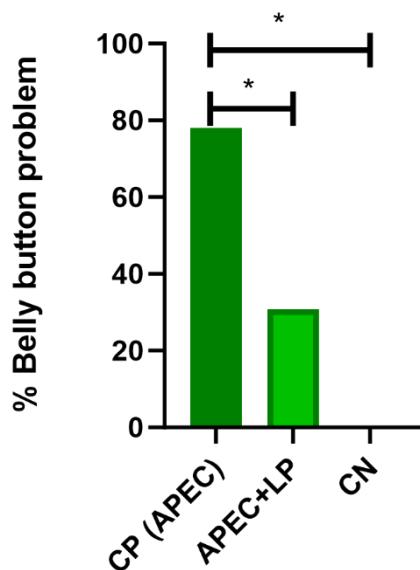
Para análise estatística dos parâmetros observados, foi realizado o teste do qui-quadrado seguido pelo binomial entre duas proporções. Foi utilizado o GraphPad Prism 8 software (GraphPad Software, Inc., USA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade foi de 0% (0/25) no controle negativo, 48,14% (13/25) no controle positivo e 44,44% (12/25) nos desafiados com APEC e tratados com LP não havendo diferença entre o grupo CP e tratado com LP. Os resultados corroboram estudos que indicam que a APEC é responsável pelo aumento da taxa de mortalidade em embriões de frangos comerciais e ressaltam a importância de medidas preventivas, como o monitoramento da colibacilose em matrizes e a adoção de técnicas eficazes de descontaminação de ovos, incluindo luz UV, irradiação de elétrons de baixa energia, explosões rápidas de vapor em frequência ultrassônica, peróxido de hidrogênio, ozônio e ácido peracético (Christensen, *et al.* 2021)

Houve uma diferença importante na qualidade de cicatrização do umbigo, com 78% (11/14) de umbigos mal cicatrizados no controle positivo, em comparação a 30,76% (4/13) nos desafiados com APEC e tratados com LP mostrados na figura 1. Esses resultados sugerem que a administração de LP em embriões infectados com APEC pode melhorar a qualidade dos pintinhos, reduzindo a incidência de umbigos mal cicatrizados.

Figura 1. Porcentagem de problema de umbigo em embriões infectados com Avian pathogenic *E.coli* e tratados com *Lactiplantibacillus plantarum*



CP (controle positivo), APEC (Avian pathogenic *Escherichia coli*), LP (*Lactiplantibacillus plantarum*), CN (controle negativo).

O LP administrado como suplemento na ração, desde o nascimento até os 42 dias de desenvolvimento, em aves contaminadas com APEC por via oral após a eclosão. Os pintinhos infectados que receberam o tratamento com o probiótico apresentaram melhorias nos indicadores de desempenho corporal (HASHEM *et al.* 2022).

Efeito similar ao descrito no parágrafo acima foi observado em aves que foram contaminadas oralmente com 1×10^8 UFC de APEC no dia 7 de desenvolvimento e alimentadas com farelo de milho com adição de LP a partir do nascimento. Durante o período de 22 a 42 dias, a taxa de conversão alimentar e o ganho médio de peso diário foram significativamente melhores em comparação com as aves contaminadas com APEC, mas sem a suplementação do probiótico, o que sugere um efeito positivo LP em aves adultas (FOLTZ *et al.* 2017).

A utilização de probióticos in ovo durante a incubação é uma técnica que tem mostrado resultados promissores, especialmente com probióticos do gênero *Lactiplantibacillus*. Um estudo observou que a administração de LP aumentou em 8% o peso relativo do embrião e proporcionou um incremento de 18% no peso do músculo do peito após 19 dias de desenvolvimento. Efeitos semelhantes foram observados com o uso de *Lactiplantibacillus paracasei*, que resultou em um aumento de 12% no peso do músculo do peito e de 17% no peso dos músculos das pernas, também após 19 dias de desenvolvimento (Muyyarikkandy *et al.* 2023).

O presente estudo corrobora com os resultados de pesquisas anteriores, evidenciando mais uma vez os benefícios dos probióticos em diversas fases da produção avícola. Além de sua utilização como parte da suplementação da dieta para melhorar o desempenho, os probióticos administrados *in ovo* demonstram potencial para melhorar a qualidade dos pintinhos, possivelmente promovendo efeitos benéficos durante o desenvolvimento das aves.

5. CONCLUSÃO

Os resultados indicam que, embora a administração de LP em embriões infectados com APEC não tenha reduzido sua mortalidade, houve uma melhora significativa na cicatrização do umbigo. A redução no índice de umbigos mal cicatrizados sugere um efeito positivo de LP na qualidade dos pintinhos, destacando o seu potencial como uma intervenção benéfica para reduzir complicações associadas à infecção por APEC.

REFERÊNCIAS

- ABD EL-HACK, M. E. et al. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 104, n. 6, p. 1835-1850, 2020.
- ABOU-KASSEM, D. E., et al. "Growth, carcass characteristics, meat quality, and microbial aspects of growing quail fed diets enriched with two different types of probiotics (Bacillus toyonensis and Bifidobacterium bifidum)." **Poultry science** 100.1 : 84-93.2021.
- AWORH, M. K. et al. Prevalence and risk factors for multi-drug resistant Escherichia coli among poultry workers in the Federal Capital Territory, Abuja, Nigeria. **PLoS one**, v. 14, n. 11, p. e0225379, 2019.
- BLAJMAN, J. E. et al. Probióticos en pollos parrilleros: una estrategia para los modelos productivos intensivos?. **Revista argentina de microbiología**, v. 47, n. 4, p. 360-367, 2015.
- CASTANON, J. I. R. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. **Poultry science**, v. 86, n. 11, p. 2466-2471, 2007.
- CHRISTENSEN, H.; BACHMEIER, J; BISGAARD, M. New strategies to prevent and control avian pathogenic Escherichia coli (APEC). **Avian Pathology**, v. 50, n. 5, p. 370-381, 2021.
- CROXEN, M. A.; FINLAY, B. B. Molecular mechanisms of Escherichia coli pathogenicity. **Nature Reviews Microbiology**, v. 8, n. 1, p. 26-38, 2010.
- DALE, A. P.; WOODFORD, N.. Extra-intestinal pathogenic Escherichia coli (ExPEC): disease, carriage and clones. **Journal of Infection**, v. 71, n. 6, p. 615-626, 2015.
- DHO-MOULIN, Maryvonne; FAIRBROTHER, John Morris. Avian pathogenic Escherichia coli (APEC). **Veterinary research**, v. 30, n. 2-3, p. 299-316, 1999.
- DZIVA, F.; STEVENS, M. P. Colibacilosis in poultry: unravelling the molecular basis of virulence of avian pathogenic *Escherichia coli* in their natural hosts. **Avian pathology: journal of the W.V.P.A.**, v. 37, n. 4, p. 355–366, 2008.
- EUROPEAN COMISSION. Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect. 2005. Disponível em:
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_05_1687. Acesso em 8 ago. 2024
- FAO. **Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals In brief**. 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca1177en/CA1177EN.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- FOLTZ, K. L. et al. Efficacy of Lactobacillus plantarum supplementation in broilers challenged with avian pathogenic Escherichia coli and Salmonella Typhimurium. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 26, n. 3, p. 316-324, 2017.
- GAO, M. et al. In ovo probiotic supplementation supports hatchability and improves hatchling quality in broilers. **Poultry Science**, v. 103, n. 6, p. 103624, 2024.

- GADDE, U. et al. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. **Animal health research reviews**, v. 18, n. 1, p. 26-45, 2017.
- HASHEM, M.A. et al. Modulatory effect of dietary probiotic and prebiotic supplementation on growth, immuno-biochemical alterations, DNA damage, and pathological changes in E. coli-infected broiler chicks. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 964738, 2022.
- HAYASHI, W. et al. Acquisition of mcr-1 and cocarriage of virulence genes in avian pathogenic Escherichia coli isolates from municipal wastewater influents in Japan. **Applied and environmental microbiology**, v. 85, n. 22, p. e01661-19, 2019.
- KATHAYAT. D. et al. Avian pathogenic Escherichia coli (APEC): an overview of virulence and pathogenesis factors, zoonotic potential, and control strategies. **Pathogens**, v. 10, n. 4, p. 467, 2021.
- LUTFUL KABIR, S. M. The role of probiotics in the poultry industry. **International journal of molecular sciences**, v. 10, n. 8, p. 3531-3546, 2009.
- MARIETTO-GONÇALVES,G.A. et al. Detecção de Escherichia coli e Salmonella spp. em microbiota intestinal de Psittaciformes em fase de reabilitação para soltura. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, p. 185-189, 2010.
- MIRSEPASI-LAURIDEN, H.C. el al.. Escherichia coli pathobionst associated with inflammatory bowel disease. **Clin Microbiol Rev.**:32:e00060-18. 2019.
- MURASE, K. et al. HlyF produced by extraintestinal pathogenic Escherichia coli is a virulence factor that regulates outer membrane vesicle biogenesis. **The Journal of infectious diseases**, v. 213, n. 5, p. 856-865, 2016.
- MUYYARIKKANDY, M. S. et al. In ovo probiotic supplementation promotes muscle growth and development in broiler embryos. **Poultry Science**, v. 102, n. 7, p. 102744, 2023.
- OLSVIK, Ø. et al. Pathogenic Escherichia coli found in food. **International Journal of Food Microbiology**, v. 12, n. 1, p. 103–113, 1 jan. 1991.
- PENG, Q. et al. Effects of dietary Lactobacillus plantarum B1 on growth performance, intestinal microbiota, and short chain fatty acid profiles in broiler chickens. **Poultry science**, v. 95, n. 4, p. 893-900, 2016.
- PILATTI, L. et al. The virulence factor ych O has a pleiotropic action in an Avian Pathogenic Escherichia coli (APEC) strain. **BMC microbiology**, v. 16, p. 1-11, 2016.
- POIREL, L. et al. Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli*. **Microbiol Spectr**. 2018 Jul;6(4). doi: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0026-2017. PMID: 30003866.
- RILEY, L. W. Distinguishing Pathovars from Nonpathovars: Escherichia coli. **Microbiology Spectrum**, v. 8, n. 4, 31 dez. 2020

- SAROWSKA, J. et al. Virulence factors, prevalence and potential transmission of extraintestinal pathogenic Escherichia coli isolated from different sources: recent reports. **Gut pathogens**, v. 11, p. 1-16, 2019.
- SEDDIK, H.A. et al. Lactobacillus plantarum and its probiotic and food potentialities. **Probiotics and antimicrobial proteins**, v. 9, p. 111-122, 2017.
- SCICUTELLA, F. et al. Polyphenols and organic acids as alternatives to antimicrobials in poultry rearing: a review. **Antibiotics**, v. 10, n. 8, p. 1010, 2021.
- SHINI, S. et al. Avian intestinal ultrastructure changes provide insight into the pathogenesis of enteric diseases and probiotic mode of action. **Scientific Reports**, 11(1), p.167. 2021.
- SUBEDI, M. et al. Antibiotic resistance pattern and virulence genes content in avian pathogenic Escherichia coli (APEC) from broiler chickens in Chitwan, Nepal. **BMC veterinary research**, v. 14, p. 1-6, 2018.
- SZMOLKA, A.; NAGY, B. Multidrug resistant commensal Escherichia coli in animals and its impact for public health. **Frontiers in microbiology**, v. 4, p. 258, 2013.
- WHO. Critically important antimicrobials for human medicine. **6th revision**, 2019.
- WANG, J. et al. Effects of Lactobacillus plantarum and its fermentation products on growth performance, immune function, intestinal pH, and cecal microorganisms of Lingnan yellow chicken. **Poultry Science**, v. 102, n. 6, p. 102610, 2023.
- YIN, Y. et al. Lactobacillus plantarum GX17 benefits growth performance and improves functions of intestinal barrier/intestinal flora among yellow-feathered broilers. **Frontiers in Immunology**, v. 14, p. 1195382, 2023.
- ZHUGE, X. et al. AutA and AutR, two novel global transcriptional regulators, facilitate avian pathogenic Escherichia coli infection. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 25085, 2016.