

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de  
25/06/2027

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until  
June 25, 2027

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

PROBIÓTICOS E BEM-ESTAR PARA FRANGOS DE CORTE: SAÚDE INTESTINAL E  
CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE SEROTONINA E CORTICOSTERONA

INGRID GRAZIELI ALTHMAN DOS SANTOS

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Zootecnia como parte das  
exigências para a obtenção do  
título de Mestre

BOTUCATU – SP  
Julho de 2025



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

PROBIÓTICOS E BEM-ESTAR PARA FRANGOS DE CORTE: SAÚDE INTESTINAL E  
CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE SEROTONINA E CORTICOSTERONA

INGRID GRAZIELI ALTHMAN DOS SANTOS

Orientador: Profa. Assoc. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz  
Co-orientador: Prof. Dr. Marconi Italo Lourenço da Silva

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Zootecnia como parte das  
exigências para a obtenção do  
título de Mestre

BOTUCATU – SP  
Julho de 2025

S237p Santos, Ingrid Grazieli Althman dos

Probióticos e bem-estar para frangos de corte: saúde intestinal e concentração sérica de serotonina e corticosterona / Ingrid Grazieli Althman dos Santos. -- Botucatu, 2025

68 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientadora: Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

Coorientadora: Marconi Ítalo Lourenço da Silva

1. Bacillus amyloliquefaciens. 2. Bacillus subtilis. 3. corticosterona. 4. Enterococcus faecium. 5. glândula suprarrenal. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



## ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA

Atestamos que **INGRID GRAZIELI ALTHMAN DOS SANTOS**, RA nº: ZNP230057, RG nº 423718150, expedido pela SSP/SP, defendeu, no dia 25/06/2025, a dissertação intitulada **PROBIÓTICOS E BEM-ESTAR PARA FRANGOS DE CORTE: SAÚDE INTESTINAL E CONCENTRAÇÃO SÉRICA DE SEROTONINA E CORTICOSTERONA**, junto ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Curso de Mestrado Acadêmico, tendo sido 'APROVADA'.

Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Botucatu, 25 de junho de 2025



Documento assinado digitalmente

CLAUDIA CRISTINA MORECI

Data: 02/07/2025 09:30:30-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Ingrid Grazieli Althman dos Santos, nasceu em Itatinga, Estado de São Paulo, em 25 de fevereiro de 1999. Filha de Edson Althman dos Santos e Maria Regina dos Santos. No ano de 2018, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Câmpus de Botucatu, obtendo o título de Bacharel em Zootecnia em janeiro de 2023. Ainda em 2023, em março, ingressou no curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ – UNESP – Botucatu/SP), na área de Produção Animal, com foco em bem-estar na avicultura.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Maria Regina dos Santos e Edson Althman dos Santos, dedico este trabalho em agradecimento por todo apoio e incentivo durante toda minha vida e, principalmente, nesta etapa. Encerro essa pós-graduação graças ao esforço e dedicação deles que me proporcionaram condições de continuar me dedicando aos estudos.

À minha irmã, Janaina de Cássia Althman dos Santos, ao meu cunhado, Jucelir Januário, ao meu sobrinho, Lorenzo Januário, pelo apoio incondicional.

Aos meus amigos, Ana Cláudia Lopes, Ana Beatriz Lopes, Monica Almeida, Patrícia Oliveira, Francine Mota, Geovana Lima, Natália Lopes, Amábili Siqueira, por sempre estarem ao meu lado, sendo meu apoio em todos os momentos.

Amo muito vocês! Sempre!



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus por ser meu suporte e força nos momentos difíceis e responsável por me manter persistente nos meus objetivos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade em obter o título de Mestre.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À empresa Novonesis, em especial, ao Médico Veterinário Alberto Yocyitaca Inoue, pelo apoio para realização deste projeto.

À minha orientadora Profa. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, pela orientação, suporte, ensinamentos, oportunidade em fazer parte da sua equipe e, principalmente, por ser inspiração de profissional e mulher.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Marconi Italo Lourenço da Silva, por sempre acreditar no meu potencial e por todos os ensinamentos durante os anos de estágio e pós-graduação.

A todos os meus colegas de pós-graduação, graduação, amigos, estagiários e funcionários que estiveram presentes no setor de avicultura, em especial, Francine Mota, Natália Lopes, Amabili Siqueira, Evelyn Silva, Pedro Trevisani, Lucas Lobo, João Pedro Fiuza, Joyce Andrade, Luane Andrade, Vitória Lopes, Marconi Italo e Gilson Campos, que auxiliaram para que o projeto fosse desenvolvido, além de toda parceria, risadas e cafés.

A supervisão das Fazendas de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) e a Fábrica de Ração da FMVZ, pelo apoio durante toda a realização do experimento.

Aos professores do programa de pós-graduação, e todos os funcionários do Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva, por toda ajuda e colaboração em todos os momentos.

Aos membros da Comissão Examinadora, por seu tempo e contribuição ao meu estudo.

Muito obrigada!

*“A dúvida é o princípio da sabedoria”*

- Aristóteles

## RESUMO GERAL

A produção de frangos de corte enfrenta restrições ao uso de antibióticos melhoradores de desempenho, exigindo alternativas nutricionais eficazes que assegurem saúde intestinal e bem-estar animal. Este estudo teve como objetivo geral avaliar o efeito dos probióticos na produção de corticosterona, serotonina e tamanho da glândula suprarrenal em frangos de corte, por meio da análise da concentração sérica de serotonina e corticosterona, peso das glândulas suprarrenais, saúde intestinal e indicadores de estresse em frangos de corte. O experimento foi conduzido em delineamento em bloco casualizado dividido em quatro tratamentos experimentais: SP – ração com probiótico spray (*Enterococcus faecium*) na expedição do incubatório. SPRC – ração suplementada probiótico spray e com probiótico (*Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens*) na dieta. RC – Ração suplementada com probiótico (*Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens*) do 1º ao 42º dia. CN – Ração sem probiótico e antibiótico melhorador de desempenho. Os resultados demonstraram que a suplementação com probióticos promoveu aumento na altura das vilosidades intestinais e melhor relação vilo:cripta, reduziu os níveis séricos de corticosterona e aumentou os de serotonina circulante, além de diminuir o peso relativo das glândulas suprarrenais, sugerindo menor ativação crônica do eixo HPA. Houve redução na frequência do escore 2 de *Gait Score* e melhoria na qualidade da cama, associadas a menor umidade e melhor digestibilidade dos nutrientes. Nos testes comportamentais, observou-se menor reatividade das aves, indicando menor estresse e melhor adaptação ao ambiente. Conclui-se que a inclusão de probióticos na dieta de frangos de corte é uma estratégia eficiente para promover saúde intestinal, modular a resposta neuroendócrina ao estresse e melhorar o bem-estar animal.

**Palavras chaves:** bem-estar animal; corticosterona; frangos de corte; probióticos; saúde intestinal; serotonina.

## ABSTRACT

Broiler chicken production faces restrictions on the use of antibiotic growth promoters, requiring effective nutritional alternatives to ensure intestinal health and animal welfare. This study aimed to evaluate the effects of probiotics on corticosterone and serotonin production and adrenal gland size in broiler chickens by analyzing serum concentrations of serotonin and corticosterone, adrenal gland weight, intestinal health, and stress indicators. The experiment was conducted in a randomized block design with four experimental treatments: SP – feed with spray probiotic (*Enterococcus faecium*) applied at the hatchery dispatch; SPRC – feed supplemented with spray probiotic and with probiotic (*Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens*) in the diet; RC – feed supplemented with probiotic (*Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens*) from day 1 to day 42; CN – feed without probiotic or antibiotic growth promoter. The results showed that probiotic supplementation increased villus height and improved the villus:crypt ratio, reduced serum corticosterone levels and increased circulating serotonin, and decreased the relative weight of the adrenal glands, suggesting lower chronic activation of the HPA axis. There was a reduction in the frequency of Gait Score 2 and improvement in litter quality, associated with lower moisture and better nutrient digestibility. In behavioral tests, lower bird reactivity was observed, indicating reduced stress and better adaptation to the environment. It is concluded that including probiotics in broiler diets is an effective strategy to promote intestinal health, modulate the neuroendocrine stress response, and improve animal welfare.

**Keywords:** animal welfare; broiler chickens; corticosterone; intestinal health; probiotics; serotonin.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO 2

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1.</b> Peso relativo da glândula suprarrenal de frangos de corte suplementados com diferentes probióticos e controle negativo, aos 7, 27 e 42 dias de idade .....       | 49 |
| <b>Gráfico 2.</b> Teores de serotonina e corticosterona sérica de frangos de corte suplementados com diferentes probióticos e controle negativo, aos 7, 27 e 42 dias de idade..... | 50 |

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

|                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Histomorfometria do intestino delgado de frangos de corte suplementados com diferentes probióticos e controle negativo, aos 7, 27 e 42 dias de idade .....                                    | 52 |
| <b>Tabela 2.</b> Frequência de gait score e pododermatite em frangos de corte suplementados com diferentes probióticos e controle negativo aos 28, 35 e 41 dias de idade .....                                 | 53 |
| <b>Tabela 3.</b> Qualidade da cama do aviário de frangos de corte suplementados com diferentes probióticos e controle negativo antes do início do experimento o (cama base) e após 7 dias de experimento ..... | 54 |
| <b>Tabela 4.</b> Qualidade de cama de aviário de frangos de corte suplementados com diferentes probióticos e controle negativo antes do início do experimento (cama base) e após 27 dias de experimento.....   | 54 |
| <b>Tabela 5.</b> Qualidade de cama de aviário de frangos de corte suplementados com diferentes probióticos e controle negativo antes e aos 42 dias.....                                                        | 55 |
| <b>Tabela 6.</b> Frequência do teste de apanha e teste de aproximação em frangos de corte suplementados com diferentes probióticos e controle negativo aos 41 dias de idade.....                               | 56 |

**LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

|         |                                                                                                  |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACTH    | Hormônio Adrenocorticotrófico                                                                    |
| AMD     | Antibiótico Melhorador de Desempenho                                                             |
| CHR     | Hormônio Liberador de Corticotrofina                                                             |
| FAO/OMS | Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a<br>Agricultura Organização Mundial da Saúde |
| FAWC    | <i>Farm Animal Welfare Council</i>                                                               |
| GR      | Receptor de glicocorticóides                                                                     |
| GS0     | <i>Gait score</i> zero                                                                           |
| GS1     | <i>Gait score</i> um                                                                             |
| GS2     | <i>Gait score</i> dois                                                                           |
| HPA     | Eixo hipotálamo-hipófise-adrenal                                                                 |
| NH3     | Amônia                                                                                           |
| NH4     | Amônio                                                                                           |
| SNA     | Sistema Nervoso Autônomo                                                                         |
| SNE     | Sistema Nervoso Entérico                                                                         |
| 5-HT    | 5-hidroxitriptamina – Serotonina                                                                 |
| 5-HTP   | 5-hidroxitriptofano                                                                              |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 .....</b>                                                                                                                         | <b>14</b> |
| Considerações Iniciais.....                                                                                                                     | 15        |
| 2. Revisão de Literatura .....                                                                                                                  | 16        |
| 2.1 Glândula suprarrenal.....                                                                                                                   | 16        |
| 2.2 Corticosterona.....                                                                                                                         | 18        |
| 2.3 Serotonina .....                                                                                                                            | 19        |
| 2.4 Probióticos e saúde intestinal .....                                                                                                        | 21        |
| 2.5 Indicadores de estresse na avicultura de corte .....                                                                                        | 24        |
| Referências .....                                                                                                                               | 29        |
| <b>CAPÍTULO 2. “Probióticos e bem-estar para frangos de corte: saúde intestinal e concentração sérica de serotonina e corticosterona” .....</b> | <b>38</b> |
| Resumo .....                                                                                                                                    | 39        |
| 1. Introdução .....                                                                                                                             | 41        |
| 2. Material e Métodos .....                                                                                                                     | 43        |
| 2.1 Local do experimento.....                                                                                                                   | 43        |
| 2.2 Aves, instalações e manejo .....                                                                                                            | 44        |
| 2.3 Delineamento experimental e tratamentos .....                                                                                               | 44        |
| 3. Parâmetros Avaliados .....                                                                                                                   | 45        |
| 3.1 Colheita de sangue (serotonina e corticosterona).....                                                                                       | 45        |
| 3.2 Peso da glândula suprarrenal.....                                                                                                           | 45        |
| 3.3 Histomorfometria intestinal .....                                                                                                           | 45        |
| 3.4 Avaliações de locomoção e bem-estar.....                                                                                                    | 46        |
| 3.4.1 <i>Gait score</i> .....                                                                                                                   | 46        |
| 3.4.2 Pododermatite .....                                                                                                                       | 47        |
| 3.4.3 Qualidade de cama .....                                                                                                                   | 47        |
| 3.5 Características comportamentais .....                                                                                                       | 47        |
| 3.5.1 Teste de Aproximação .....                                                                                                                | 47        |
| 3.5.2 Teste de Apanha .....                                                                                                                     | 48        |
| 4. Análise dos Dados.....                                                                                                                       | 48        |
| 5. Resultados .....                                                                                                                             | 48        |
| 7. Conclusões .....                                                                                                                             | 61        |
| Referências.....                                                                                                                                | 62        |
| IMPLICAÇÕES .....                                                                                                                               | 68        |



e, portanto, pode haver diminuição nos níveis de estresse e melhora do bem-estar (Santisteban *et al.*, 2016; Almeida Paz *et al.*, 2019).

## 7 Conclusões

Com base nos resultados obtidos neste estudo, foi possível concluir que a suplementação com probióticos, independentemente de serem utilizados isoladamente ou em combinação, é eficaz para promover o bem-estar dos frangos de corte. Essa eficácia está diretamente associada à melhoria da integridade intestinal, o que se reflete em maiores teores séricos de serotonina, indicando melhor saúde gastrointestinal e contribuição para o equilíbrio do eixo microbiota-intestino-cérebro.

Além disso, o menor peso das glândulas suprarrenais observado nos tratamentos com probióticos confirma que aves menos expostas ao estresse apresentam menor ativação do eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal, resultando em menor produção de corticosterona e prevenindo processos de hipertrofia glandular.

Outro ponto importante evidenciado pelos resultados é que a suplementação com probióticos foi eficaz independentemente do modo de aplicação e das cepas utilizadas, mostrando consistência nos efeitos benéficos. Para garantir sua efetividade, é fundamental que os probióticos sejam administrados logo nos primeiros dias de vida das aves, pois isso favorece a colonização precoce do trato gastrointestinal.

Essa colonização inicial possibilita a exclusão competitiva de microrganismos patogênicos, reduzindo desafios sanitários futuros e contribuindo para o desenvolvimento de uma microbiota equilibrada e funcional. A aplicação via spray no incubatório, logo após o nascimento, destaca-se como uma estratégia eficiente para estabelecer essa colonização precoce, prevenindo infecções intestinais, promovendo melhor aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, melhorando o desempenho zootécnico e o bem-estar geral dos frangos de corte.

## Referências

- Ahmed, A. A. *et al.* **Corticosterone in ovo modifies aggressive behaviors and reproductive performances through alterations of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis in the chicken.** *Animal Reproduction Science*, v. 146, p. 193-201, 2014.
- Ahmed-Farid, O. A. *et al.* **Effects of chronic thermal stress on performance, energy metabolism, antioxidant activity, brain serotonin, and blood biochemical indices of broiler chickens.** *Animals*. 11, 2554, 2021. doi:10.3390/ani11092554
- ALBINO, L. F. T. *et al.* **Galinhas poedeiras: Criação e alimentação.** Viçosa, Minas Gerais: Aprenda Fácil, p. 376, 2014
- Almeida Paz, I. C. de L. *et al.* **Productivity and Well-Being of Broiler Chickens Supplemented With Probiotic.** *J. Appl. Poult. Res*, v. 28, p. 930–942, 2019.
- Almeida paz, I. C. L. *et al.* **Selecting appropriate bedding to reduce locomotion problems in broilers.** *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 12, p. 189–195, 2010.
- Alves, M. C. F. *et al.* **Locomotion of commercial broilers and indigenous chickens.** *Revista Brasileira De Zootecnia*, 45(7), 372–379, 2016.
- Bercik, P. *et al.* **The intestinal microbiota affect central levels of brain-derived neurotropic factor and behavior in mice.** *Gastroenterology*, v. 141, n. 2, p. 599–609, 2011.
- Bjerre, K. *et al.* **Development of *Bacillus subtilis* mutants to produce tryptophan in pigs.** *Biotechnol Lett*, v. 39, p. 289-295, 2017.
- BRISBIN, J. T.; GONG, J.; SHARIF, S. **Interactions between commensal bacteria and the gut-associated immune system of the chicken.** *Animal Health Research Reviews*, v. 9, n. 1, p. 101–110, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S146625230800145X>.
- Burkholder, K.M. *et al.* **Influence of stressors on normal intestinal microbiota, intestinal morphology, and susceptibility to *Salmonella* Enteritidis colonization in broilers.** *Poult. Sci*, v. 87, p. 1734–1741, 2008.
- Cerdó, T. *et al.* **Probiotic, prebiotic, and brain development.** *Nutrients* 9:1–19, 2017.
- Chang, M. H.; Chen, T. C. **Reduction of broiler house malodor by direct feeding of a *Lactobacilli* containing probiotic.** *International Journal of Poultry Science* v.2, n.5, p.313-317, 2003.
- Chenxuan, H. *et al.* **Effects of in ovo injection of serotonin on behavior and hypothalamic genes expression in post hatch-chicks.** *Applied Animal Behavior Science*, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2020.10517>
- Chiozzini, T. F.; Soster, P. **Efeito do estímulo multissensorial em frangos de corte sobre o teste de apanha e aproximação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, AMBIÊNCIA, COMPORTAMENTO E BEM-ESTAR ANIMAL, 7., 2016. Anais [...]. Responsabilidade ambiental e inovação, p. 1–4.

Disponível em:

[http://www.sbbiomet.org.br/trabalhoscongresso/efeito\\_do\\_estimulo\\_multissensorial\\_em\\_fran\\_gos\\_sobre\\_o\\_teste\\_de\\_apanha\\_e\\_aproximacao\\_932131499113066.pdf](http://www.sbbiomet.org.br/trabalhoscongresso/efeito_do_estimulo_multissensorial_em_fran_gos_sobre_o_teste_de_apanha_e_aproximacao_932131499113066.pdf). Acesso em: 19 jan 2025.

Cockrem, J. F. (2007). **Stress, corticosterone responses and avian personalities.** *Journal of Ornithology*, 148(Suppl 2), S169–S178.

Cutting, S. M. **Bacillus probiotics.** *Food Microbiology*, 28(2), 214–220, 2011.

Daí Prá, M. A.; Roll, V. F. B. **Cama de frangos de corte. Materiais reutilização e destino.** In: Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde, 2014, Bogotá. Anais... Bogotá: AMEVEA, 2014.

Dawkins, M. S *et al.* **Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density.** *Nature*, v. 427, p. 342–344, 2004.

Di Lorenzo, M. *et al.* **Adrenal gland response to endocrine disrupting chemicals in fishes, amphibians and reptiles: a comparative overview.** *General and Comparative Endocrinology*, v. 297, p. 113–550, 2020. DOI:10.1016/j.ygcen.2020.113550.

Ding, X. M, *et al.* **Effect of dietary xylooligosaccharides on intestinal characteristics, intestinal microbiota, cecal short-chain fatty acids and plasma immune parameters of laying hens** *Poult Sci* 97: 874–881, 2018. <https://doi.org/10.3382/ps/pex372/>

Donato, T. C. *et al.* **Effects of 5-hydroxytryptophan and m-hydroxybenzylhydrazine associated to Lactobacillus spp. on the humoral response of broilers challenged with Salmonella Enteritidis.** *Poultry Science*, v. 94, p. 2081–2087, 2015.

Fazelnia, K. *et al.* **Dietary Supplementation of Potential Probiotics *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, and *Saccharomyces cerevisiae* and Synbiotic Improves Growth Performance and Immune Responses by Modulation in Intestinal System in Broiler Chicks Challenged with Salmonella Typhimurium.** *Probiotics & Antimicro. Prot.* 13, 1081–1092, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12602-020-09737-5>

Fernandes, B. C. da S. *et al.* **Locomotion problems of broiler chickens and its relationship with the gait score.** *Rev. Bras. Zootec.* 41:1951–1955, 2012.

Fiorentin, L. **Reutilização da cama na criação de frangos de corte e as implicações na ordem bacteriológica na saúde humana e animal.** EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Documentos, Número 94, p. 23, 2005.

Franz, C. M. A. P., *et al.* **Enterococci as probiotics and their implications in food safety.** *International Journal of Food Microbiology*, 151(2), 125–140, 2011,

Gaggia, F., Mattarelli, P., & Biavati, B. (2010). **Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production.** *International Journal of Food Microbiology*, 141(Suppl 1), S15–S28

Gareau, M. G. *et al.* **Probiotic treatment of rat pups normalises corticosterone release and**

**ameliorates colonic dysfunction induced by maternal separation.** *Gut*. 56(11), 1522-1528, 2007.

Grant, A., Gay, C. G., & Lillehoj, H. S. **Bacillus spp. as direct-fed microbial antibiotic alternatives to reduce foodborne pathogens in the poultry gastrointestinal tract.** *Pathogens*, 7(2), 1–10, 2018.

Haller, J. *et al.* **The active phase-related increase in corticosterone and aggression are linked.** *Journal of Neuroendocrinology*, v. 12, p. 431-436, 2000.

He, T. *et al.* **Effects of Probiotics as Antibiotics Substitutes on Growth Performance, Serum Biochemical Parameters, Intestinal Morphology, and Barrier Function of Broilers.** *Animals : an open access journal from MDPI*, 9(11), 985, 2019.  
<https://doi.org/10.3390/ani9110985>

Heinsohn, Z. *et al.* **Evaluating the Effects of Feeding a Concentrated *Saccharomyces cerevisiae* Fermentation Product on the Performance and Stress Susceptibility of Broiler Chickens.** *Poultry*, 3(1), 57-65, 2024. <https://doi.org/10.3390/poultry3010006>

Hendalia, E., Manin, F., YUsrizaL, G. M. N. **Aplikasi Probiotik Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Protein Dan Menurunkan Emisi Amonia Pada Ayam Broiler** Agrinak, 2012.

Ibrahim, R. R. *et al.* **Efficacy of probiotic in improving welfare and mitigating overcrowding stress in broilers.** *J. Adv. Vet. Res.* 8:73– 78, 2018.

Iji, P. A., Saki, A. A., & Tivey, D. R. **Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides.** *Animal Feed Science and Technology*, 89(3-4), 175–188, 2001.

Jiang, S. *et al.* **The Impact of Probiotic *Bacillus subtilis* on Injurious Behavior in Laying Hens.** *Animals*, 12(7), 870, 2022. <https://doi.org/10.3390/ani12070870>

Joëls, M.; Karst, H.; Sarabdjitsingh, R. A. **The stressed brain of humans and rodents.** *Acta physiologica (Oxford, England)*, 223(2), e13066, 2018.

Kaabler, F. *et al.* **Intestigation of the morphology of adrenal glands in hens kept in two different housing systems.** *Animals (Basel)*, 11(7), 21–24, 2021. DOI: 10.3390/ani11072124.

Kinlein, S. A. *et al.* **Role of corticosterone in altered neurobehavioral responses to acute stress in a model of compromised hypothalamic-pituitary-adrenal axis function.** *Psychoneuroendocrinology*, v. 102, p. 248-255, 2019.

Kizerwetter-Świda, M., & Binek, M. (2009). **Protective effect of *Enterococcus faecium* against experimental infection with *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis in chicks.** *Poultry Science*, 88(1), 20–24.

Liu, N. *et al.* **Effect of broccoli residues fermented with probiotics on the growth performance and health status of broilers challenged with *Clostridium perfringens*.** *Rev.*

Bras. Cienc. Avic. 20:625–632, 2018.

Lourenço, M.C.; Kuritza, L.N.; Westphal, P.; Miglino, L.B.; Pickler, L.; Kraieski, A.L.; Santin, E. **Use of probiotics on the T cells activation and Salmonella Minnesota control in broiler chickens.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v.33, n.1, p.11-14, 2013.

Luczynski, P. *et al.* **Growing up in a bubble:** Using germ-free animals to assess the influence of the gut microbiota on brain and behavior. International Journal of Neuropsychopharmacology, v. 19, p. 1–17, 2016.

Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2018). **The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition.** Gut Pathogens, 10, 21.

Martins, B. B. **Probiótico administrado em embriões e pintos de frangos de corte na redução da colonização por *Salmonella Heidelberg* e integridade entérica.** 2018. 174 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/ae8aee7d-1e23-422c-a5ff-2e5ccd418d22>. Acesso em: 20 maio 2025.

Mohammed, A. A. *et al.* **Effects of dietary supplementation of a probiotic (*Bacillus subtilis*) on bone mass and meat quality of broiler chickens.** Poult. Sci. 100:100906, 2021.

Muller, B. R. *et al.* **Chronic welfare restrictions and adrenal gland morphology in broiler chickens.** Poultry Science, v. 94, n. 4, p. 574–578, 2015. DOI: 10.3382/ps/pev026 Oliveira, E. Impact of Intestinal Health at Poultry. Open Access J. Sci. 1:136–137, 2017.

O’Mahony, S. M. *Et al.* **Serotonin, tryptophan metabolism and the brain-gut-microbiome axis.** Behavioural Brain Research, v. 277, p. 32-48, 2015.

O’Neill, L. M. *et al.* **Inhibition of lipid oxidation in chicken by carnosine and dietary alpha-tocopherol supplementation and its determination by derivative spectrophotometry.** Meat Science, v. 50, p. 479-488, 1998.

Osawa, C. C., Felício, P. E., Gonçalves, L. A. G. **Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos.** Química Nova, v. 28, n. 5, p. 655-663, 2005.

Ozdemir, D. *et al.* **Effects of dietary antioxidant supplementation on the adrenal glands in quails (*Coturnix coturnix japonica*) reared under heat stress.** Rev. Med. Vet, v. 162, n. 1, p. 8-12, 2011. p. 1934-1938, 2010. ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00751>.

Pezzuolo, A. *et al.* **Effect of litter treatment with probiotic bacteria on ammonia reduction in commercial broiler farm.** Eng. Rural Dev. 18:1631–1635, 2019.

Prokopenko, V. S.; Kot, T. F. **Macroscopic characteristics of the avian adrenal gland.** Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine, 4(55): 17-23, 2021a. DOI: <https://www.doi.org/10.32845/bsnau.vet.2021.4.3>

Ralph, C. R.; Tilbrook, A. J. Invited review: **The usefulness of measuring glucocorticoids**

**for assessing animal welfare.** *Journal of Animal Science*, v. 94, p. 457-470, 2016.

Rizaldi, A. *et al.* **Penggunaan Acidifier sebagai Feed Additive dalam Pakan yang Mengandung Probiotik terhadap N-NH<sub>3</sub> dan Kadar Air Feses Ayam Broiler** *The Use of Acidifier as Food Additive in Feed Containing Probiotic Towards N-NH<sub>3</sub> And Water Content of Broiler Chicken Feces.* v. 2, n. 2, p. 98–105, 2020.

Sakamoto, K., Hirose, H., Onizuka, A., Hayashi, M., Futamura, N., Kawamura, Y., & Ezaki, T. **Quantitative study of changes in intestinal morphology and mucus gel on total parenteral nutrition in rats.** *Journal of Surgical Research*, 94(2), 99–106, 2000.

Santisteban, M. M. *et al.* **Brain-gut-bone marrow axis: implications for hypertension and related therapeutics.** *Circ. Res.* 118:1327–1336. doi:10.1161/CIRCRESAHA.116.307709. 15 Apr 2016.

Simon, O., Jadamus, A., & Vahjen, W. **Probiotic feed additives—effectiveness and expected modes of action.** *Journal of Animal and Feed Sciences*, 10, 51–67, 2001.

Sohail, M. U. *et al.* **Alleviation of cyclic heat stress in broilers by dietary supplementation of mannan-oligosaccharide and Lactobacillus-based probiotic:** Dynamics of cortisol, thyroid hormones, cholesterol, C-reactive protein, and humoral immunity. *Poultry Science*, v. 89, n. 9,

Sohail, M. U. *et al.* **Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress.** *Poultry Science*, ISSN: 0032-5791, v. 91, n. 9, p. 2235-2240, 2012.

Soumeh, E. A. *et al.* **The Efficiency of Probiotics Administrated via Different Routes and Doses in Enhancing Production Performance, Meat Quality, Gut Morphology, and Microbial Profile of Broiler Chickens.** *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(12), 3607, 2021. <https://doi.org/10.3390/ani11123607>

Svihus, B. **Function of the digestive system.** *J. Appl. Poult. Res.*, v. 23, p. 306–314, 2014. Available at <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2014-00937>.

Ulrich-Lai, Y. M. *et al.* **Chronic stress induces adrenal hyperplasia and hypertrophy in a subregion-specific manner.** *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 291:5, E965-E973, 2006.

Uni, Z., Smirnov, A., & Sklan, D. **Pre- and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine:** effect of delayed access to feed. *Poultry Science*, 82(2), 320–327, 2003.

Uni, Z.; Noy, Y.; Sklan, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. *Poultry Science*, v. 78, n. 2, p. 215–222, 1999.

Wang, W. C. *et al.* **Supplementation of *Bacillus subtilis*-based probiotic reduces heat stress- related behaviors and inflammatory response in broiler chickens.** *J. Anim. Sci.* v. 96, p. 1654– 1666, 2018.

Wang, Y. *et al.* **Protective Effect of *Lactobacillus plantarum* P8 on Growth Performance, Intestinal Health, and Microbiota in *Eimeria*-Infected Broilers.** *Front. Microbiol*, v. 12, p. 1– 15, 2021.

Wang, Y., *et al.* **Effects of *Bacillus amyloliquefaciens*-based direct-fed microbial on performance, nutrient digestibility, and intestinal microbiota in broiler chickens.** *Poultry Science*, 96(7), 2041–2048, 2017.

Yang, Y. *et al.* **Effects of mannanoligosaccharide on growth performance, the development of gut microflora, and gut function of broiler chickens raised on new litter.** *Poultry Science*, v. 86, n. 11, p. 2463–2471, 2007.

Yano, J. M. *et al.* **Indigenous bacteria from the gut microbiota regulate host serotonin biosynthesis.** *Cell*, v. 161, n. 2, p. 264–276, 2015

Zaika, S. *et al.* **Morphological changes in the adrenal glands of chickens under heat stress.** *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, v. 25, n. 110, p. 62-68, 2023.

Zakrevska, M.; Tybinka, A. **Histological characteristics of accessory adrenal glands of rabbits with different types of autonomous tonus.** *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, v. 21, n. 93, p. 125-130, 2019.

Zhang, S. *et al.* **Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* promotes growth performance of broilers by altering the dominant microbial community.** *Poultry Science*, v. 100, n. 3, 100935, ISSN 0032-5791, 2021.

Zhen, W. *et al.* **Effect of dietary *Bacillus coagulans* supplementation on growth performance and immune responses of broiler chickens challenged by *Salmonella* Enteritidis.** *Poultry Science*, p.119, 2018.