

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/340294659>

Importância da saúde intestinal em frangos de corte Importance of intestinal health in broilers Importancia de la salud intestinal en pollos de engorde

Article · March 2020

CITATIONS

0

READS

69

10 authors, including:



Marcos Fábio de Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

7 PUBLICATIONS 56 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Amália Saturnino Chaves

Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brazil

29 PUBLICATIONS 286 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Felipe Dilelis

Federal Rural University of Rio de Janeiro

20 PUBLICATIONS 13 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Cibele Silva Minafra

Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde

50 PUBLICATIONS 107 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Research interests: Industrial Microbiology, Biotechnology, Biocatalysis and Bioproducts. [View project](#)



ASSOCIATION BETWEEN MITOCHONDRIAL FUNCTION AND BRITE ADIPOCYTES WITH FEED EFFICIENCY AND HEAT PRODUCTION IN BEEF CATTLE [View project](#)

Importância da saúde intestinal em frangos de corte

Importance of intestinal health in broilers

Importancia de la salud intestinal en pollos de engorde

Recebido: 21/12/2019 | Revisado: 01/02/2020 | Aceito: 13/02/2020 | Publicado: 19/02/2020

Christiane Silva Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7829-0771>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: christianessouza@gmail.com

Flávio Medeiros Vieites

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0037-2125>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: fmvieites@yahoo.com.br

Lucas Rodrigo Justino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5776-1829>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: j-lucas808@hotmail.com

Marcos Fábio de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3223-6395>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: marcos.lima@ifrj.edu.br

Amália Saturnino Chaves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8270-384X>

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

E-mail: amalia.chaves@ufjf.edu.br

Verônica da Silva Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9456-7558>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: verocardoso@micro.ufrj.br

Felipe Dilelis de Resende Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9681-4775>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: fdilelis@hotmail.com

Thiago Ferreira Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9107-8967>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: thi_costa12@hotmail.com

Cibele Silva Minafra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4286-2982>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: cibele.minafra@ifgoiano.edu.br

Cristina Amorim Ribeiro de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2018-5965>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: criblima@terra.com.br

Resumo

A saúde intestinal possibilita manter a fisiologia eficiente e sustentável do trato gastrointestinal das aves. O trato gastrointestinal possui funções digestivas, absorptivas, metabólicas, imunológicas e endócrinas. Desse modo, o comprometimento da saúde intestinal pode afetar sistematicamente várias funções do organismo. Objetivou-se com essa revisão caracterizar a importância da saúde intestinal em frangos de corte. A metodologia adotada foi o estudo bibliográfico, sendo as informações obtidas em fontes documentais. Verificou-se que a funcionalidade gastrointestinal consiste no estado estável em que o microbioma e o trato intestinal existem em equilíbrio simbiótico, sendo o bem-estar e o desempenho do animal, não restringidos pela disfunção intestinal. A funcionalidade gastrointestinal ganhou destaque na avicultura, por conta das crescentes demandas por eficiência econômica, bem-estar, segurança alimentar, redução dos impactos ambientais e restrições ao uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho. Dentre os fatores essenciais à saúde intestinal das aves, têm-se o cuidado com os pintinhos nas primeiras semanas de vida, as enfermidades entéricas, a qualidade dos ingredientes usados nas rações e o uso de aditivos que favoreçam a preservação dos enterócitos. A saúde intestinal dos frangos de corte constitui numa importante característica a ser mantida e observada na produção avícola. O intestino saudável faz-se necessário para que a ave possa realizar adequadamente os processos fisiológicos inerentes ao seu organismo e expressar o seu potencial produtivo, sendo a manipulação das dietas uma estratégia promissora para modular positivamente a microbiota intestinal das aves. O uso de agentes que apresentam

ação trófica na mucosa do intestino contribui para melhorar a digestibilidade de nutrientes, desempenho zootécnico e saúde intestinal dos frangos de corte.

Palavras-chave: Avicultura; Funcionalidade gastrointestinal; Microbioma; Nutrição animal.

Abstract

The intestinal health makes it possible to maintain the efficient and sustainable physiology of the gastrointestinal tract of birds. The gastrointestinal tract has digestive, absorptive, metabolic, immunological and endocrine functions. Thus, impaired intestinal health can systematically affect various functions of the body. The objective of this review is to characterize the importance of intestinal health in broilers. The methodology adopted was the bibliographic study, and the information obtained from documentary sources. Gastrointestinal functionality was found to be the stable state in which the microbiome and intestinal tract exist in symbiotic balance, with animal welfare and performance not restricted by intestinal dysfunction. Gastrointestinal functionality has gained prominence in poultry because of the growing demands for economic efficiency, welfare, food security, reduction of environmental impacts and restrictions on the use of performance enhancing antimicrobials. Among the essential factors for bird intestinal health are the care of chicks in the first weeks of life, enteric diseases, the quality of feed ingredients and the use of additives that favor the preservation of enterocytes. The intestinal health of broiler chickens is an important characteristic to be maintained and observed in poultry production. A healthy gut is necessary so that the bird can properly perform the physiological processes inherent in its organism and express its productive potential, with diet manipulation being a promising strategy for positively modulating the intestinal microbiota of poultry. The use of agents that have trophic effects on intestinal mucosa contributes to improve the digestibility of nutrients, growth performance and intestinal health of broilers.

Keywords: Poultry production; Gastrointestinal functionality; Microbioma; Animal nutrition.

Resumen

La salud intestinal permite mantener la fisiología eficiente y sostenible del tracto gastrointestinal de las aves. El tracto gastrointestinal tiene funciones digestivas, de absorción, metabólicas, inmunológicas y endocrinas. Por lo tanto, la salud intestinal deteriorada puede afectar sistemáticamente diversas funciones del cuerpo. El objetivo de esta revisión fue caracterizar la importancia de la salud intestinal en los pollos de engorde. La metodología adoptada fue el estudio bibliográfico, y la información se obtuvo de fuentes documentales. Se descubrió que la funcionalidad gastrointestinal consiste en el estado estable en el que el

microbioma y el tracto intestinal existen en equilibrio simbiótico, con el bienestar y el rendimiento del animal no restringido por la disfunción intestinal. La funcionalidad gastrointestinal ganó importancia en las aves de corral, debido a la creciente demanda de eficiencia económica, bienestar, seguridad alimentaria, reducción de los impactos ambientales y restricciones en el uso de antimicrobianos que mejoran el rendimiento. Entre los factores esenciales para la salud intestinal de las aves, se encuentran el cuidado de los pollitos en las primeras semanas de vida, las enfermedades entéricas, la calidad de los ingredientes utilizados en la alimentación y el uso de aditivos que favorecen la preservación de los enterocitos. La salud intestinal de los pollos de engorde es una característica importante que se debe mantener y observar en la producción avícola. El intestino sano es necesario para que el ave pueda llevar a cabo adecuadamente los procesos fisiológicos inherentes a su organismo y expresar su potencial productivo, siendo la manipulación de las dietas una estrategia prometedora para modular positivamente la microbiota intestinal de las aves. El uso de agentes que tienen acción trófica sobre la mucosa intestinal contribuye a mejorar la digestibilidad de los nutrientes, el rendimiento zootécnico y la salud intestinal de los pollos de engorde.

Palabras clave: Avicultura; Funcionalidade gastrointestinal; Microbioma; Nutrición animal.

1. Introdução

Dentre os animais produtores de carne, os frangos destacam-se pelo maior ganho de peso diário, em relação ao peso corporal e a melhor conversão alimentar, sendo considerados uma fonte relativamente sustentável de proteína animal (Meyer et al., 2019). Segundo Penz Junior (2019), a sustentabilidade se traduz na eficiência com que os animais são produzidos, de maneira que, as aves criadas em condições adequadas, expressam suas potencialidades genéticas e com menor variabilidade.

Oliveira et al. (2017) evidenciaram que o bom desempenho zootécnico relaciona-se com a saúde intestinal ótima das aves. Desse modo, mesmo que sejam ofertadas rações de boa qualidade e ambientes adequados, sem a saúde intestinal, não será possível obter elevada produção. Tal fato decorre da eliminação dos alimentos consumidos, sem o efetivo aproveitamento de nutrientes.

A saúde intestinal (SI) consiste no equilíbrio dinâmico entre a mucosa intestinal e o conteúdo luminal, em que as características estruturais e funcionais da mucosa estejam preservadas ou mantidas (Ito et al., 2007). Segundo Oviedo-Rondón (2019), a SI faz-se

necessária para manter a fisiologia eficiente do trato gastrointestinal (TGI), ou seja, as funções digestivas, absorptivas, metabólicas, imunológicas e endócrinas do organismo.

De acordo com Lunedo e Pedroso (2017), nos últimos anos, inúmeros estudos foram conduzidos com o propósito de identificar a composição da microbiota intestinal de aves e as alterações ocorridas com as diferentes práticas de manejo adotadas na criação. Ainda, as modificações na microbiota podem ser causadas por aditivos zootécnicos (principalmente de equilibradores de flora intestinal) adicionados às rações, pela presença de patógenos e por situações de estresse, entre outros fatores.

Dentre eles, são essenciais à SI das aves, o cuidado com os pintinhos nas primeiras semanas de vida, as enfermidades entéricas, a qualidade dos ingredientes usados nas rações e o uso de aditivos que favoreçam a preservação da integridade morfofuncional do sistema digestório (Gonçalves et al., 2013; Faveri et al., 2015). A composição da dieta pode influenciar o desenvolvimento e a função do sistema digestivo, incluindo o sistema imune e a microbiota.

A microbiota patogênica na avicultura industrial denota preocupação com a saúde dos animais, que podem desenvolver diferentes enfermidades, bem como à saúde pública, uma vez que os micro-organismos patogênicos presentes no TGI podem contaminar as carcaças das aves nos abatedouros e propiciar doenças no homem (Figueira et al., 2014; Oliveira et al. 2017). Diante deste contexto, objetivou-se caracterizar a importância da saúde intestinal em frangos de corte, bem como descrever a influência dos micro-organismos presentes no intestino sobre o desempenho produtivo e a saúde das aves.

2. Metodologia

O presente trabalho apresentou-se como descritivo, sendo realizada a revisão de literatura acerca da importância da microbiota intestinal em frangos de corte. As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre as variáveis avaliadas (Prodanov e Freitas, 2013).

A metodologia adotada foi o estudo bibliográfico, sendo as informações obtidas em fontes documentais (Zambello et al., 2018). Terminada a coleta de informações sobre a temática, deu-se a organização do estudo, sendo estabelecidas as ligações entre os fatos descritos pelos diferentes pesquisadores e apresentados os apontamentos dos impactos da microbiota intestinal sobre o desempenho produtivo e a saúde das aves.

3. Estrutura funcional do intestino das aves

O sistema digestório (SD) das aves compreende as seguintes estruturas: cavidade oral, esôfago, inglúvio, proventrículo, moela, intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), intestino grosso (cecos e cólon) e cloaca (Sousa et al., 2015; Shang et al., 2018), **Figura 1**. O intestino delgado refere-se à porção mais longa do SD, responsável pela digestão final do alimento e absorção de quase a totalidade dos nutrientes. A mucosa intestinal apresenta projeções microscópicas, denominadas de vilos, que por sua vez, constituem-se por três tipos celulares, os enterócitos, as células caliciformes e as células enteroendócrinas (Maiorka, 2004).

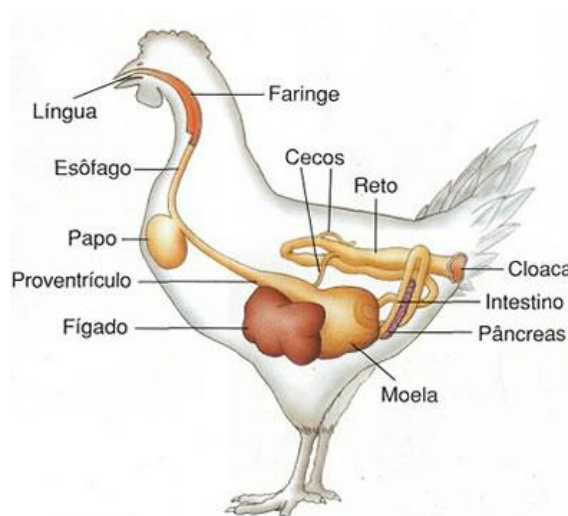


Figura 1. Sistema digestório das aves

Fonte: Google Imagens (2020)

Dentro das vilosidades intestinais encontra-se tecido conjuntivo na lâmina própria, com vasos sanguíneos, que fazem a condução dos nutrientes absorvidos pelos enterócitos. Em animais de produção, a altura das vilosidades correlaciona-se positivamente com o ganho de peso corporal e absorção de nutrientes. As células caliciformes apresentam-se em menor número, entretanto, com função importante de produzir muco, a mucina, que protege a mucosa do intestino, mecanicamente quanto contra entrada de patógenos, não possibilitando os mesmos de se fixarem na parede do órgão e iniciarem um processo infeccioso. As células enteroendócrinas têm como função acionar o pâncreas exócrino quando o alimento entra no intestino delgado (Guerra, 2018).

A altura das vilosidades pode ser alterada para menor, quando a ave for submetida às situações de estresse, tais como as altas temperaturas, a diminuição da ingesta, ou presença de

agentes infecciosos no intestino. Nesses casos, a área de absorção de alimentos será reduzida e a saúde intestinal minimizada, tendo como consequência o aumento na profundidade das criptas intestinais, cujo objetivo consiste em aumentar a altura de vilosidades, uma vez que nessas áreas se encontram células regenerativas, responsáveis pela proliferação celular (Guerra, 2018).

Maiorka (2004) descreveu que na eclosão, o trato gastrointestinal – TGI das aves está anatomicamente completo, contudo, com capacidade funcional imatura, se comparada à de aves adultas. A digestão limitada influencia na adaptação do TGI, devido às mudanças da alimentação, que passa do conteúdo do saco da gema para a dieta exógena, o que pode afetar o desempenho dos frangos, principalmente nas duas primeiras semanas pós-eclosão (Figueira et al., 2014).

Ainda, após a eclosão, o pintinho tem contato com micro-organismos continuamente, essa constante exposição bacteriana via ração, água, cama, insetos, poeira e pessoas, propicia o desenvolvimento de comunidades microbianas (Macari et al., 2014). Em seguida, têm-se a formação da microbiota das aves, e as alterações morfológicas que mais se evidenciam referem-se ao aumento no comprimento do intestino, altura e densidade dos vilos, número de enterócitos e das células caliciformes. Essas modificações têm como consequência um aumento na área de superfície de digestão e absorção (Oliveira et al., 2012).

O desenvolvimento e manutenção da mucosa intestinal decorre de dois eventos citológicos associados: 1) renovação celular – proliferação e diferenciação de células localizadas na cripta e ao longo da vilosidade; e 2) perda das células – extrusão, que ocorre ao longo dos vilos (Maiorka et al., 2003; Santos et al., 2012; Figueira et al., 2014). O equilíbrio entre os eventos referidos determina o “*turnover*” que garante a manutenção do número de células e a da habilidade funcional do epitélio. Caso aconteça acréscimo na taxa de proliferação, com ausência, diminuição ou manutenção da taxa de extrusão, haverá o aumento na profundidade de cripta (Oliveira et al., 2012).

Ito et al. (2007) explicaram que a taxa de transporte de nutrientes depende e varia conforme as alterações ou adaptações na área superficial da mucosa do intestino, razão de células absorptivas e não absorptivas, densidade de sítios de transporte e constante de afinidade dos transportadores específicos. Ainda, para que haja o máximo proveito do sistema e dos mecanismos absorptivos geneticamente desenvolvidos, o frango deve receber uma dieta balanceada.

De acordo com Furlan (2017) o *turnover* celular caracteriza-se pelo tempo necessário para que uma célula originada no processo mitótico entre cripta-vilo demora para migrar para a ponta do vilo e descamar para o lúmen intestinal. Este tempo oscila entre 90 e 96 horas, ou

seja, quatro dias. A variação de tempo pauta-se no fato do *turnover* celular estar relacionado a muitos fatores, tais como a quantidade de nutrientes que chegam ao intestino, da digestibilidade, presença de fatores anti-nutricionais nos ingredientes da ração, tamanho das vilosidades, produção de ácidos graxos voláteis pela microbiota, ausência de disbiose e/ou inflamação intestinal, etc.

Ao considerar a criação de frangos de corte, num período de 40 dias, o *turnover* representaria 10% do tempo de vida das aves. Assim, justifica-se manter a mucosa intestinal das aves íntegra (Furlan, 2017). Apolo Areválo (2019) salientou que o intestino pode responder a um estímulo com a aceleração ou a atenuação da renovação celular, e pode acontecer um aumento na profundidade das criptas, diante de um aumento na descamação de enterócitos das vilosidades intestinais como mecanismo compensatório para recuperar a perda epitelial. Os animais com maior movimentação celular da mucosa intestinal apresentam criptas mais profundas como resultado da alta atividade mitótica e hiperplasia (Murakami et al., 2012).

McBride e Kelly (1990) estimaram que, a manutenção do epitélio intestinal tem custo aproximado de 20% da energia bruta consumida pelo animal. Ou seja, quanto maior a necessidade de reparo da mesma, menor será a energia líquida de produção.

O epitélio da mucosa intestinal constitui uma interface altamente dinâmica com o meio externo, porque além do alimento, inúmeros micro-organismos aderem à ele, ou colonizam o lúmen (Ito et al., 2007). Lunedo e Pedroso (2017) ressaltaram que a dimensão da influência da microbiota intestinal sobre a fisiologia do animal é surpreendente, uma vez que os micro-organismos podem modular o metabolismo, o sistema imune, o desenvolvimento de órgãos e tecidos e a deposição de gordura.

Roberto (2018) destacou quatro funções primordiais de um intestino saudável nas aves:

- I. Hospedeiro de microbiota comensal que controlam o crescimento de bactérias patogênicas;
- II. Imunológica, com a maior concentração de células inflamatórias encarregadas de controlar a principal via de contato com agentes infecciosos e parasitários;
- III. Barreira física, que em associação com o tecido imunológico da mucosa intestinal, atua contra as infecções, impedindo a aderência de micro-organismos e a translocação de bactérias para a via sistêmica; e
- IV. Absorção de nutrientes.

Mendoza (2019) descreveu os componentes estruturais do intestino e suas funções (Tabela 1), e ainda explicou que esses elementos têm uma tendência a manter equilíbrio funcional. A soma das capacidades que cada elemento aporta ao equilíbrio do sistema intestinal refere-se a chamada “reserva homeostática”.

Tabela 1. Componentes estruturais básicos do intestino e suas funções

Estrutura	Função
Epitélio	Barreira; secreção e fixação de enzimas; absorção; transporte ativo; apresentação de antígenos; recepção e secreção de toxinas; aderência de leucócitos e aderência de microbiota.
Endotélio	Barreira e alojamento de células imunes.
Matriz extracelular	Os fibroblastos secretam e recebem citocinas.
Fibroblastos	Modificam a composição e estrutura das fibras para aderência de leucócitos.
Musculatura	Motilidade e tonicidade; avanço ou retro-peristaltismo; modificam o tempo contato e permanência.
Nervos	Retorno das respostas; estímulo +/- atividade muscular e glandular; estimula a secreção de muco e IgA; regula a resposta a hormônios locais.
Macrófagos	Participa das respostas imunes inatas e adaptativas. Limpeza, apresentação de antígenos.
Linfócitos e outras células imunes	Desenvolvimento de respostas imunes inatas e adaptativas; linfócitos intra-epiteliais governam o desenvolvimento e função dos enterócitos.
Glândulas secretoras externas	Secreção e entrega de enzimas e tensoativos; desinfecção e eliminação de metabólitos.

Fonte: Mendoza, p.88, 2019.

Além dos componentes de natureza estrutural e anatômica, devem ser considerados outros elementos de grande importância, no equilíbrio e funcionamento intestinal, tais como a grande massa de micro-organismos que habita o interior do hospedeiro, o “microbioma”. O microbioma de aves obedece a todos os parâmetros de um ecossistema, com diversidade de espécies (mais de 2800 conhecidas) e com distribuição altamente heterogênea (Mendoza, 2019).

Adedokun e Olojede (2018) evidenciaram que num grupo de aves alimentadas com a mesma dieta, criadas no mesmo espaço e sujeitas às mesmas condições ambientais, algumas aves resistem completamente a uma infecção, enquanto outras sucumbem facilmente à infecção. Além das características econômicas, os critérios de seleção devem incluir os genes, que tornam algumas dessas aves resistentes ou resilientes ao desafio gastrointestinal.

3.1 Microbiota intestinal de aves

Os pintainhos nascidos em condições naturais, recebem a microbiota proveniente dos animais adultos, principalmente da mãe (Figueira et al., 2014). A referida microbiota, uma vez

estabilizada, forma um sistema complexo e dinâmico, responsável por influenciar decisivamente fatores microbiológicos, fisiológicos e bioquímicos no hospedeiro. Todavia, a avicultura industrial alterou essa condição, de modo que, as aves nascem em incubatórios, o que dificulta o acesso precoce do neonato aos micro-organismos colonizadores, retardando o desenvolvimento da microbiota (Demattê Filho e Pereira, 2018).

Segundo Lunedo e Pedroso (2017), a possibilidade da ave já eclodir com a microbiota cecal diferenciada pode trazer benefícios na nutrição e na prevenção da colonização por patógenos, pois o nicho intestinal poderá ser ocupado por micro-organismos benéficos. Além disso, as substâncias produzidas pela microbiota nos primeiros dias pós-eclosão, podem modificar a composição do substrato intestinal, direcionando a composição da microbiota em fases subsequentes. O direcionamento da composição da microbiota consiste numa ferramenta útil, uma vez que possibilita a maturação intestinal mais precocemente. Ainda, as pesquisadoras enfatizaram que uma madura microbiota pode significar maior eficiência em degradar nutrientes e capacidade de produzir moléculas que serão entendidas pela ave como sinais para direcionar a arquitetura intestinal.

As populações do TGI de aves constituem-se por fungos, protozoários e predominantemente bactérias (Shang et al., 2018). Conforme Gabriel et al. (2006) as referidas populações, mostram-se com tamanho e complexidade variados, na parte superior do trato digestivo, têm-se os micro-organismos anaeróbios facultativos, enquanto nos cecos têm-se os anaeróbios obrigatórios. Os tipos, números e atividades metabólicas dos micro-organismos afetam-se por vários fatores, tais como a idade, o ambiente e a dieta.

A microbiota intestinal das aves pode beneficiar ou prejudicar ao hospedeiro. De acordo com Oliveira et al. (2017), a microbiota benéfica consiste em bactérias como *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Fusobacterium* spp., *Saccharomyces cerevisiae*, que atuam para inibir o crescimento de bactérias patogênicas, estimular o sistema imunológico, sintetizar vitaminas, reduzir a produção de gás e melhorar a digestão e absorção de nutrientes. Dentre as bactérias da microbiota, aproximadamente 10% são consideradas nocivas, tais como *Escherichia coli*, *Clostridium* spp., *Salmonella* spp. e *Campylobacter* sp., causadoras de diarreia, infecções, distúrbios hepáticos, carcinogêneses, putrefação intestinal e digestão e absorção de nutrientes reduzidas.

Lemos et al. (2016) afirmaram que a presença da microbiota em equilíbrio faz-se tão necessária quanto a benéfica para o bem-estar das aves, pois, o desequilíbrio, em favor das bactérias indesejáveis, pode resultar em danos para a mucosa intestinal e prejuízos na absorção dos nutrientes da ração, com consequente comprometimento do desempenho produtivo.

O equilíbrio da microbiota pode ser afetado por fatores endógenos e exógenos, tais como: más condições higiênicas e sanitárias da criação, estresse, alimentação inadequada, que resultam na proliferação de micro-organismos nocivos, competidores por nutrientes da própria ave (Figueira et al., 2014). Os processos inflamatórios levam ao espessamento da parede intestinal, redução da absorção, aumento da excreção de metabólitos e toxinas, que desencadeiam enterites (Ito et al., 2007; Figueira et al., 2014).

As aves jovens (2-3 semanas de idade) apresentam comunidades microbianas não estabelecidas, uma vez que esse período coincide com a transição de dietas, bem como a possível ocorrência de doenças intestinais. No final de cada fase de alimentação, o excesso de nutrientes (especialmente proteínas e gorduras), não bem digeridos e absorvidos, permitem a proliferação microbiana no ceco. Desse modo, com a retroperistalse fisiológica, as bactérias retornam ao íleo e ao jejuno, causando disbacteriose e outras doenças, derivadas de endo e exotoxinas (Oviedo-Rondón, 2019).

A comunidade bacteriana intestinal assemelha a um organismo vivo dentro da ave. Este organismo depende de um equilíbrio ambiental proporcionado pelo seu hospedeiro, bem como dos nutrientes recebidos, via dieta do animal e/ou muco. Dessa forma, as modificações no *status* fisiológico da ave e nas rações podem alterar o substrato disponível para o desenvolvimento de micro-organismos (Macari et al., 2014).

Furlan (2017) relatou que o número e a composição dos micro-organismos da microbiota intestinal das aves variam consideravelmente ao longo do TGI. No que se refere ao local, no inglúvio existe a predominância de lactobacilos, que ao produzir os ácidos láctico e acético, reduzem o pH e impedem o crescimento de bactérias. O pH baixo no proventrículo e na moela constitui num ambiente tolerável por poucas bactérias. No intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), de pH neutro, ocorre colonização de inúmeros micro-organismos. O ceco refere-se ao segmento de maior colonização de micro-organismos, com grande número de bactérias gram-positivas e gram-negativas.

A grande maioria das bactérias intestinais reside no intestino distal, onde as densidades se aproximam de 10^{11} a 10^{12} células/g, a mais alta registrada para qualquer hábitat microbiano (Shang et al., 2018). De acordo com Yeoman et al. (2012) a diversidade e a abundância microbiana são mais evidentes nos cecos, onde mais de 2.200 unidades taxonômicas operacionais (OTUs) e 3.500 genótipos foram identificados.

4. Saúde intestinal de frangos de corte

Na atualidade, a temática funcionalidade gastrointestinal (FG) ganhou destaque na produção avícola, por conta das crescentes demandas por eficiência econômica, bem-estar, segurança alimentar, redução dos impactos ambientais e restrições ao uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho (Oviedo-Rondón, 2019). A manipulação da dieta representa uma ferramenta estratégica para prevenir problemas intestinais e promover melhor desempenho animal (Morgan, 2017).

De acordo com Celi et al. (2017) a FG consiste no estado estável em que o microbioma e o trato intestinal existem em equilíbrio simbiótico, sendo o bem-estar e o desempenho do animal, não restringidos pela disfunção intestinal. A referida definição combina os principais componentes da FG: dieta, estrutura da barreira gastrointestinal, *status* imunológico, microbiota normal estável, bem como a digestão e a absorção eficazes dos nutrientes da ração.

A microbiota desempenha papel fundamental na manutenção da SI, graças à capacidade de modular as funções fisiológicas do hospedeiro, necessárias para manter a homeostase intestinal, principalmente através da exclusão de micro-organismos prejudiciais. Ainda, ao impedir a colonização desses micro-organismos, diminui-se o gasto de energia e de nutrientes normalmente investidos para manter o sistema imunológico ativo contra esses patógenos. Dessa forma, uma microbiota intestinal saudável implica em economia nutricional para o hospedeiro, que se traduz em melhorias no desempenho produtivo das aves (Carrasco et al., 2019).

No que concerne à exclusão competitiva, Lan et al. (2005), definiram em sua revisão bibliográfica, como sendo qualquer ação exercida pelos micro-organismos comensais do TGI, para impedir a colonização por patógenos. Dentre as referidas ações, têm-se: a ocupação de locais de adesão na superfície da mucosa intestinal, a competição por nutrientes ou a liberação de bacteriocinas.

Rinttilä e Apajalahti (2013) explanaram que a microbiota intestinal degrada e processa grandes quantidades de substâncias derivadas do hospedeiro, tais como mucinas e células epiteliais descartadas. Portanto, a microbiota tem um potencial catalítico substancial, o que leva à formação de metabólitos microbianos com efeitos benéficos ou adversos à saúde. As quantidades e tipos de produtos de fermentação formados pelas bactérias intestinais dependem das quantidades relativas de cada substrato disponível e das características bioquímicas e seus mecanismos reguladores.

Oviedo-Rondón (2019) observou que um erro comum quando se trata de saúde intestinal refere-se à atenção restrita ao controle da doença intestinal (*Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*). Contudo, o importante problema constitui no excesso de nutrientes no intestino grosso, que causa proliferação dos micro-organismos patogênicos, com a consequente

interrupção do equilíbrio microbioma intestinal – hospedeiro, causando disbioses. O uso de aditivos zootécnicos às rações tem sido a ferramenta mais usada para melhorar a digestibilidade dos nutrientes e preservar as funções fisiológicas normais das aves.

As múltiplas interações entre os mecanismos de defesa da mucosa e a constante remodelação da mucosa intestinal, têm estabelecido uma influência direta da nutrição nestes processos. Alguns nutrientes da dieta podem alterar positivamente a capacidade de renovação da mucosa intestinal, melhorando a capacidade de digestão e absorção dos nutrientes pelas aves (Imperator, 2018). Essas substâncias são consideradas agentes tróficos, ou seja, capazes de estimular o processo mitótico e, aumentar o número de células e o tamanho dos vilos (Maiorka et al., 2008).

Vários agentes apresentam ação trófica sobre a mucosa intestinal, tais como ácidos graxos de cadeia curta, aminas biogênicas, prebióticos, probióticos, aditivos fitogênicos e alguns aminoácidos, como a glutamina (Furlan et al., 2004; Macari et al., 2004; Viola et al., 2008; Zavarize et al., 2010; Lemos et al., 2016). A maneira de atuar de muitos dos referidos agentes acontece por mecanismos indutores de transcrição gênica, pela ativação de enzimas importantes no processo mitótico na região cripta-vilo. Outros agentes têm ação indireta, ou seja, favorecem os mecanismos de manutenção da integridade epitelial por permitir maior sanidade na mucosa, através de processos (exclusão competitiva) que promovem o equilíbrio da microbiota intestinal (Furlan et al., 2004; Macari et al. 2004).

5. Considerações Finais

A saúde intestinal dos frangos de corte constitui numa importante característica a ser mantida e observada na produção avícola. O intestino saudável faz-se necessário para que a ave possa realizar adequadamente os processos fisiológicos inerentes ao seu organismo e expressar o seu potencial produtivo. As situações de estresse advindas do ambiente, da nutrição, de práticas de manejo e/ou de doenças podem ocasionar a diminuição do bem-estar e desempenho zootécnico das aves e ainda gerar prejuízos econômicos à atividade.

A manipulação das dietas consiste numa estratégia promissora para modular positivamente a microbiota intestinal das aves. O uso de agentes que apresentam ação trófica na mucosa do intestino contribui para melhorar a digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo e saúde intestinal dos frangos de corte. Todavia, as intervenções nutricionais devem ser planejadas, de modo que, sejam capazes de promover condição equilibrada entre o hospedeiro e a microbiota no TGI. A importância deve ser dada a esse aspecto, pois, ao ocorrer

a proliferação de patógenos, pode também acontecer aumento nas respostas do sistema imune, acompanhado pela redução de processos de digestão e absorção.

Referências

Adedokun, S. A., & Olojede O. C. (2018). Optimizing gastrointestinal integrity in poultry: the role of nutrients and feed additives. *Frontiers in Veterinary Science*, 5(348), 1-11. doi: 10.3389/fvets.2018.00348

Apolo Areválo, G. M. (2019). Efecto de los niveles de harina de laritaco (*Vernonanthura patens*) sobre productividad e integridad intestinal. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Acesso em: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15752/1/T-ESPE-038547.pdf>

Carrasco, J. M. D., Casanova, N. A., & Miyakawa, M. E. F. (2019). Microbiota, gut health and chicken productivity: what is the connection? *Microorganisms*, 7(10), 374. doi: 10.3390/microorganisms7100374

Celi, P., Cowieson, A. J., Fru-Nji, F., Steinert, R. E., Klünter A. M., & Verlhac, V. (2017). Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: New opportunities for sustainable animal production. *Animal Feed Science and Technology*, 234, 88-100.

Demattê Filho, L. C., & Pereira, D. C. O. (2018). Um novo olhar para o termo probiótico. *Avicultura Industrial*, 9, 42-45.

Faveri, J. C., Murakami, A. E., Potência, A., Eyng, C., Marques, A. F. Q., & Santos, T. C. (2015). Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte na fase de crescimento, com e sem adição de nucleotídeos na dieta, em diferentes níveis proteicos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35(3), 291-296. doi: 10.1590/S0100-736X2015000300013

Figueira, S. V., Mota, B. P., Leonídio, A. R. A., Nascimento, G. M., & Andrade, M. A. (2014). Microbiota intestinal das aves de produção. *Enciclopédia Biosfera*, 10(18), 2181-2208.

Furlan, R. L., Macari, M., & Luquetti, B. C. (2004). Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: 5º Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição, 04, 05 a 06 de outubro de 2004. *Anais...* Balneário Camboriú-SC, 06-28.

Furlan, R. L. (2017). Saúde intestinal x produtividade de poedeiras. In: XIV Curso de Atualização em Avicultura para Postura Comercial, 13 a 15 de setembro de 2017. *Anais...* Jaboticabal-SP: Unesp/FCAV, 89-108.

Gabriel, I., Lessire, M., Mallet, S., & Guillot, J. F. (2006). Microflora of the digestive tract: critical factors and consequences for poultry. *World's Poultry Science Journal*, 62(3), 499-511.

Gonçalves, F. M., Farina, G., & Kreuz, B. S. (2013). Manejo inicial de frangos de corte. In: Gentilini, F. P., & Anciuti, M. A. *Tópicos atuais na produção de suínos e aves*. (pp. 62-78) Pelotas: Instituto Federal Sul-riograndense.

Guerra, R. R. (2018). Morfofisiologia do sistema digestório de não ruminantes. In: Costa, F. G. P., & Silva, J. H. V. *Produção de não ruminantes*. (pp. 225-246). João Pessoa: Editora UFPB.

Imperatori, F. (2018). *Efeito da adição de butirato de sódio microencapsulado sobre o desempenho produtivo e a regeneração da mucosa intestinal de frangos de corte submetidos a um desafio experimental*. (83p.) Marechal Cândido Rondon-PR: Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Ito, N. M. K., Miyaji, C. I., & Okabayashi, S. M. (2007). *Saúde intestinal em frangos de corte. Circular Técnica Aviagen Brasil*. Acesso em: http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/novembro2007-saudeintestinalemfrangosde corte.pdf.

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

Lemos, M. J., Calixto, L. F. L., Torres-Cordido, K. A. A., & Reis, T. L. (2016). Uso de aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e de postura. *Arquivos do Instituto Biológico*, 83, 1-7.

Lunedo, R., & Pedroso, A. A. (2017). Microbiota intestinal: a microbiota intestinal e seus efeitos sobre a fisiologia da ave. In: Macari, M., & Maiorka, A. *Fisiologia das aves comerciais*. (cap. 29, pp.1-16). Jaboticabal-SP: Funep/Fapesp/Facta.

Macari, M., Lunedo, R., & Pedroso, A. A. (2014). Microbiota intestinal. In: Macari, M., Mendes, A. A., Menten, J. F. M., & Nääs, I. A. *Produção de frangos de corte*. (pp. 299-319). Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas.

Maiorka, A., Santin, E., Dahlke, F., Boleli, I. C., Furlan, R. L., & Macari, M. (2003). Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *The Journal of Applied Poultry Research*, 12(4), 483-492.

Maiorka, A. (2004) Impacto da saúde intestinal na produtividade avícola. In: V Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 05 a 07 de abril de 2004. *Anais...* Chapecó-SC, 119-129.

Maiorka, A., Boleli, I. C., & Macari, M. (2008) Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: Macari, M., Furlan, R. L., & Gonzales, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. (pp. 113-123). Jaboticabal-SP: FUNEP/UNESP.

McBride, B. W., & Kelly, J. M. (1990). Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. *Journal of Animal Science*, 68(9), 2997-3010.

Mendoza, O. E. M. (2019). Fisiopatologia e impactos sobre a resposta do sistema digestivo. In: 20º Simpósio Brasil Sul de Avicultura e 11º Brasil Sul *Poultry Fair*, 02 a 04 de abril. *Anais...* Chapecó, SC-Brasil: 86-96.

Meyer, F., Eeckhaut, V., Ducatelle, R., Dhaenens, M., Daled, S., Dedeurwaerder, A., Gussem, M., Haesebrouck, F., Deforce, D., & Van Immerseel, F. (2019). Host intestinal biomarker identification in a gut leakage model in broilers. *Veterinary Research*, 50, 46.

Morgan, N. K. (2017). Managing gut health without reliance on antimicrobials in poultry. *Animal Production Science*, 57(11), 2270-2279.

Murakami, A. E., Fernandes, J. I. M., Hernandes, L., & Santos, T. C. (2012). Effects of starter diet supplementation with arginine on broiler production performance and on small intestine morphometry. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32(3), 259-266.

Oliveira, E. B., Deminicis, R. G. S., Lima, M. R., Costa, F. G. P., Nascimento, D. S., & Ribeiro, T. S. (2017). Impact of intestinal health at poultry. *Open Access Journal of Science*, 1(5), 136-137. doi: 10.15406/oajs.2017.01.00026

Oliveira, M. D., Zavarize, K. C., Gomes, N. A., Rocha, F. R. T., Martins, J. M. S.; Litz, F. H., & Castilhano, H. (2012). Aditivos alternativos na alimentação de aves. *Pubvet*, 6(27), 1425.

Oviedo-Rondón, E. O. (2019). Holistic view of intestinal health in poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 250, 1-8.

Penz Junior, A. M. *Sustentabilidade na produção avícola*. Acesso em: <http://www.feedfood.com.br/pt/network/5/sustentabilidade-na-producao-avicola>

Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. (2.ed., 276p.) Novo Hamburgo-RS: Feevale.

Rinttilä, T., & Apajalahti, J. (2013). Intestinal microbiota and metabolites – implications for broiler chicken health and performance. *The Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 647-658.

Roberto, L. O. (2018). *Frangos de corte: cresce a importância da microbiota intestinal na produção*. Acesso em: <http://blog.nutron.com.br/aves/frangos-de-corte-microbiota-intestinal/>

Santos, F. R., Oliveira, P. R., Minafra, C. S., Duarte, E. F., Almeida, R. R., & Silva, W. J. (2012). Desenvolvimento digestivo e aproveitamento energético em frangos de corte. *Pubvet*, 6(18), 1373.

Shang, Y., Kumar, S., Oakley, B., & Kim, W. K. (2018). Chicken gut microbiota: importance and detection technology. *Frontiers in Veterinary Science*, 5: 254.

Sousa, D. C., Oliveira, N. L. A., Dourado, L. R. B., & Ferreira, G. J. B. C. (2015). Sistema digestório das aves e o glicerol na dieta de frangos de corte: revisão. *Pubvet*, 9(8), 369-380.

Viola, E. S., Vieira, S. L., Torres, C. A., Freitas, D. M. F., & Berres, J. (2008). Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(2), 296-302.

Yeoman, C. J., Chia, N., Jeraldo, P., Sipos, M., Goldenfeld, N. D., & White, B. A. (2012). The microbiome of the chickengastrointestinal tract. *Animal Health Research Reviews*, 13(1), 89-99.

Zambello, A. V., Soares, A. G., Tauil, C. E., Donzelli, C. A., Fontana, F., & Chotolli, W. P. (2018). *Metodologia da pesquisa e do trabalho científico*. (1.ed., 94p.). Organizador: Thiago Mazucato. Penápolis-SP: FUNEPE.

Zavarize, K. C., Menten, J. F. M., Traldi, A. B. T., Santarosa, J., & Silva, C. L. S. (2010). Utilização de glutamina na nutrição de monogástricos. *Revista Ciência Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 105(573-576), 5-10.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Christiane Silva Souza – 30%

Flávio Medeiros Vieites – 15%

Lucas Rodrigo Justino – 5%

Marcos Fábio de Lima – 5%

Amália Saturnino Chaves – 5%

Verônica da Silva Cardoso – 5%

Felipe Dilelis de Resende Sousa – 5%

Thiago Ferreira Costa – 5%

Cibele Silva Minafra – 10%

Cristina Amorim Ribeiro de Lima – 15%