

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

INTEGRIDADE INTESTINAL E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE
SUPLEMENTADOS COM PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E ÁCIDOS
ORGÂNICOS

BARBARA CRISTINA DA SILVA FERNANDES

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Maio – 2012

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

INTEGRIDADE INTESTINAL E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE
SUPLEMENTADOS COM PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E ÁCIDOS
ORGÂNICOS

BARBARA CRISTINA DA SILVA FERNANDES

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes

Co-orientadora: Prof. Dr. Márcia Regina Fernandes Boaro Martins

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Maio – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F263i Fernandes, Barbara Cristina da Silva, 1987-
Integridade intestinal e desempenho de frangos de corte suplementados com probióticos, prebióticos e ácidos orgânicos / Barbara Cristina da Silva Fernandes. - Botucatu : [s.n.], 2012
v, 50 f. : il. (algumas color.), tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2012

Orientador: Ariel Antonio Mendes
Co-orientador: Márcia Regina Fernandes Boaro Martins
Inclui bibliografia

1. Ácidos orgânicos. 2. Frango de corte. 3. Intestinos. 4. Microscopia eletrônica de varredura. 5. Morfometria. 6. Probióticos. I. Mendes, Ariel Antonio. II. Martins, Márcia Regina Fernandes Boaro. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Dedico

A minha filha, meu marido, meus pais, meu irmão e a toda minha família. Pessoas que sempre tiveram paciência e amor incondicional, que me apoiam sem limites e não medem esforços para me verem feliz. Pessoas que desejo sempre dar orgulho e o meu melhor. Amo muito vocês.

Agradeço

A minha co-orientadora, Márcia Regina Fernandes Boaro Martins, e ao meu orientador, Ariel Antonio Mendes, por todos os ensinamentos, paciência e por me ajudar a crescer profissionalmente.

A todos os professores, em especial ao José Roberto Sartori, Margarida Maria Barros, Heraldo César Gonçalves e Claudia Marie Komiyama. Obrigada pela disposição em ajudar, aconselhar e ensinar.

A todos os funcionários da Fazenda Lageado e técnicos de laboratórios por onde passei, em especial ao Dair, Pedro e Gelson, pela grande ajuda, experiências trocadas e momentos vividos.

Aos amigos e colegas da pós-graduação, por todos os momentos e experiências vividas, pelo apoio e amizade. Em especial a Cristiane Sanfelice, Carolina Bresne, Édina de Fátima Aguiar, Bruna Boaro Martins, Elisane Lenita Milbradt, Vanessa Cristina Pelícia, Vitor Barbosa Fascina, Priscila Cavalca de Araujo, Lucas Francisco Bueno da Fonseca Lima, Ivan Mailinch Gonçalves Pereira de Souza, Thamirez Mazolla do Nascimento e Francine Vercese.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, pela oportunidade de realizar este curso e aos seus funcionários, Seila Cristina Cassinele Vieira e Carlos Pazini Junior, pela dedicação e carinho com os alunos.

A Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio e bolsa concedidos.

As empresas BioCamp, Biorigin, Saffeds, Tectron, Merial, Intervet Schering Plough e ao grupo Zanchetta por todo o apoio e experiência trocada.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1. Introdução geral.....	2
2. Revisão de literatura.....	3
2.1. Morfologia e estrutura geral da parede do intestino das aves.....	3
2.2. Ácidos orgânicos.....	6
2.3. Ácidos orgânicos na morfologia intestinal e desempenho de frangos de corte.....	9
2.4. Probiótico, Prébiótico e Simbóticos.....	11
2.5. Probiótico, Prébiótico e Simbóticos na morfologia intestinal e desempenho de frangos de corte.....	14
3. Referências Bibliográficas.....	16
CAPÍTULO 2 – INTEGRIDADE INTESTINAL E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE SUPLUMENTADOS COM PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS.....	23
Resumo.....	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	27
Resultados e Discussão.....	33
Conclusão.....	44
Referências Bibliográficas.....	45
CAPÍTULO 3 – IMPLICAÇÕES.....	48

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Tabela 1 – Propriedades dos ácidos orgânicos utilizados como acidificantes.....	8
---	---

CAPÍTULO 2 – INTEGRIDADE INTESTINAL E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS

Tabela 1 - Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas basais.....	29
Tabela 2 – Valores médios de ganho de peso médio (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos.....	34
Tabela 3 - Comprimento dos segmentos do intestino de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos	37
Tabela 4 - Peso relativo dos segmentos do intestino de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos.....	37
Tabela 5 - Espessura (µm) das diferentes túnicas constituintes da parede do intestino delgado e ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos.....	39

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 2 – INTEGRIDADE INTESTINAL E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS

- Figura 1 – Fotomicrografia da parede intestinal do ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A: tratamento controle; B: antimicrobiano; C: probiótico; D: prebiótico; E: simbiótico e F: ácido orgânico. Observar as túnicas: mucosa (M); submucosa (*); muscular circular interna (MCI); muscular longitudinal externa (MLE). Tricrômico de Masson, 10x.....40
- Figura 2 - Eletromicrografia de varredura da superfície da mucosa do intestino delgado de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A: duodeno com vilos em forma de folhas, B: Jejuno e C: íleo, ambos com vilos em forma de língua (100x).....42
- Figura 3 – Fotomicrografia da porção média do ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade. Observar que a túnica mucosa (M) apresenta somente criptas (C) e que há presença de pregas circulares (P), que são evaginações de parte da mucosa e submucosa (*). Tricrômico de Masson, 5x.....43
- Figura 4 – Eletromicrografia de varredura da superfície da túnica mucosa da porção média do ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade. Observar as aberturas das criptas (AC), 800x.....44

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura de corte brasileira, nos últimos anos, vem apresentando grande importância na economia mundial, principalmente em função dos avanços tecnológicos em instalações, genética, manejo, nutrição e sanidade. Os objetivos de tais avanços, de modo geral, são redução de custos e aumento da produtividade, com intuito de não perder a competitividade em nível mundial (SARCINELLI et al., 2007).

Um aspecto importante para a produtividade animal é a manutenção da integridade do trato gastrointestinal, pois este em equilíbrio e íntegro consegue de forma mais eficiente absorver nutrientes e impedir a fixação e multiplicação de agentes patogênicos na mucosa intestinal, prevenindo desta forma a instalação de doenças entéricas e, conseqüentemente, melhorando o desempenho, diminuindo a mortalidade e a contaminação dos produtos de origem animal (EDENS, 2003).

Para controlar agentes prejudiciais à integridade intestinal são utilizados antimicrobianos melhoradores de crescimento, que promovem resultados significativos no desempenho dos animais. Porém, alguns mercados consumidores internacionais têm banido o uso destes antimicrobianos, alegando riscos para saúde humana pela presença de resíduos destes nos produtos de origem animal, e por possível indução de resistência bacteriana.

Na União Européia, desde 2006 não é permitido o uso de qualquer antimicrobiano promotor de crescimento na produção animal, sendo permitido o uso de antibióticos e quimioterápicos somente com finalidade curativa. Desde então, diversas alternativas aos antimicrobianos têm sido estudadas. Tais alternativas incluem probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos, entre outros.

Segundo Silva & Nörnberg (2003) e Santos & Turnes (2005), o uso de probióticos e prebióticos podem proporcionar as aves modulação benéfica da microbiota intestinal, melhora na resposta imune, integridade intestinal e, conseqüentemente, no desempenho.

Os benefícios do uso de ácidos orgânicos na alimentação animal podem ser explicados por diversos mecanismos, incluindo um efeito de redução do pH, propriedades bacteriostáticas e diversas propriedades metabólicas da porção aniônica

dos ácidos após a dissociação (BELLAYER; SCHEUERMANN, 2004). Estas propriedades têm grande potencial para melhorar a integridade intestinal e o desempenho de frangos de corte.

Muitos pesquisadores têm descrito resultados positivos no desempenho de frangos de corte (MAIORKA et al., 2001; ALBINO et al., 2006; VIOLA et al., 2008; KHOSRAVI et al., 2010) e na morfologia intestinal (PELICANO et al., 2007; VIOLA; VIEIRA, 2007), propiciados pelo uso dos probióticos, prebióticos e ácidos orgânicos. Entretanto, outros autores não observaram estes mesmos resultados no desempenho (BIGGS; PARSONS, 2008; OLIVEIRA et al., 2009; APPELT et al., 2010) e morfologia intestinal (SALAZAR et al., 2008; RAMOS et al., 2011) dos frangos de corte.

Devido à literatura apresentar trabalhos com resultados contraditórios e por serem estes aditivos produtos naturais e não tóxicos, se fazem necessárias novas pesquisas, pois certamente estes aditivos serão substitutos alternativos dos antibióticos nas rações de frangos de corte (RAMOS et al., 2011).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Morfologia e estrutura geral da parede do intestino das aves

O bom desempenho das aves depende da obtenção adequada de energia e compostos químicos (água, sais minerais, lipídios, carboidratos, vitaminas e aminoácidos). Entretanto, para que isso ocorra, o sistema digestório deve apresentar características estruturais que possibilitem a ingestão e a passagem do alimento pelo trato, as alterações físicas e químicas do alimento e a absorção dos produtos da digestão. Além disso, a barreira contra agentes patogênicos presentes no lúmen intestinal é importante para prevenção de enfermidades entéricas (BOLELI et al., 2002).

Os processos de absorção são totalmente dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal. Assim a integridade das células que compõe a mucosa intestinal é de fundamental importância para a absorção dos nutrientes (MACARI; FURLAN, 2005).

O intestino das aves é representado por duas partes distintas: o intestino delgado, que é composto por três segmentos (duodeno, jejuno e íleo) que apresentam diferenças funcionais e morfológicas e o intestino grosso que é relativamente pequeno nas aves e compreende os cecos, cólon e cloaca. A maioria dos processos digestivos e de absorção

ocorre no intestino delgado. A quebra dos alimentos se faz no lúmen do intestino sob a influência de enzimas digestivas. Contudo, parte da digestão ocorre na superfície das vilosidades, que são formadas por células da mucosa, os enterócitos, e pela ação das enzimas de membrana (BOARO, 2009).

A parede intestinal é constituída por quatro túnicas: mucosa, submucosa, muscular e serosa (TURK, 1982). Em aves, a mucosa do intestino delgado não apresenta as pregas macroscópicas observadas em mamíferos, mas possui muitas dobras microscópicas denominadas vilosidades ou vilos, que proporcionam aumento na superfície interna do órgão, ou seja, na área de digestão e absorção intestinal (BOLELI et al., 2002; BOARO, 2009).

A túnica mucosa apresenta-se constituída por um epitélio colunar simples, por uma lâmina própria, constituída de tecido conjuntivo frouxo, e uma muscular da mucosa constituída de tecido muscular liso, a qual tem por função controlar os movimentos da mucosa intestinal que são independentes dos movimentos da túnica muscular. Na túnica mucosa, entre a base das vilosidades adjacentes o epitélio se invagina em direção à lâmina própria, formando glândulas tubulares simples, as criptas intestinais (BOARO, 2009).

A túnica submucosa é constituída de tecido conjuntivo moderadamente denso, e tal como a mucosa pode conter glândulas submucosas. Em ambos os tipos de glândulas, os ductos se abrem na luz intestinal. Tanto na mucosa como na submucosa, o tecido conjuntivo é rico em vasos sanguíneos e linfáticos, e pode conter nódulos linfóides (BOLELI et al., 2002; BOARO, 2009).

A túnica muscular possui, em geral, duas camadas de músculos lisos. A camada interna é formada de fibras musculares dispostas de forma circular e a camada externa é constituída de fibras dispostas longitudinalmente ao trato digestório. Contrações segmentares da muscular circular interna resultam em constrições anelares que ajudam a misturar a ingesta para posterior digestão e absorção. A real propulsão da ingesta mais para baixo no trato intestinal recebe a contribuição de contrações segmentares da muscular longitudinal externa (SAMUELSON, 2007).

A ação coordenada dessas duas camadas da túnica muscular promove a atividade peristáltica. A túnica serosa, por sua vez, é formada de tecido conjuntivo envolto por mesentério, com exceção da porção cervical do esôfago (BOARO, 2009).

Os vilos são constituídos por três tipos de células, funcionalmente distintas: enterócitos, células caliciformes e células enteroendócrinas. Os enterócitos são células que respondem pela digestão final do alimento e pelo transporte transepitelial dos nutrientes a partir do lúmen. Estas células apresentam um processo de maturação que ocorre durante o processo de migração da cripta (base) para o ápice do vilos, e é dependente de estímulos para sua diferenciação (BOARO, 2009).

As células caliciformes são secretoras de glicoproteínas, que tem a função de proteger o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta. As células enteroendócrinas são produtoras de hormônios peptídicos como gastrina, secretina, colecistoquinina e monoaminas biogênicas, substâncias essas que participam da regulação da digestão, absorção e utilização dos nutrientes (BOARO, 2009).

O tamanho dos vilos depende do número de células que o compõem. Assim, quando maior o número de células, maior o tamanho do vilos, e pôr consequência, maior a área de absorção de nutrientes. Dessa forma, a absorção somente se efetivará quando houver integridade funcional das células dos vilos, tanto na membrana luminal quanto na membrana basolateral. Outro fator muito relevante para absorção dos nutrientes na membrana luminal é a quantidade de microvilos existentes nos enterócitos. O número de microvilos atua como um amplificador de área para absorção dos nutrientes, e são projeções membrana luminal do enterócito (BOARO, 2009).

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura e densidade dos vilos, processo que decorre primariamente de dois eventos citológicos associados: renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas nas criptas e ao longo dos vilos, e perdas de células, que ocorre normalmente no ápice dos vilos (UNI et al., 1998; MAIORKA et al., 2002; BOARO, 2009).

O equilíbrio entre esses dois processos determina um *turnover* (proliferação – migração - extrusão) constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos. Quando o intestino responde a algum agente com um desequilíbrio neste *turnover*, ocorre modificação na altura dos vilos. Assim, se ocorrer aumento na taxa de proliferação (mitose) com ausência, diminuição ou manutenção da taxa de extrusão, deverá haver aumento no número de células e, consequentemente, aumento na altura dos vilos. Se o

estímulo levar ao aumento na taxa de extrusão, havendo manutenção ou diminuição da taxa de proliferação, o intestino deverá responder com uma redução na altura dos vilos. O desenvolvimento da mucosa intestinal depende ainda da ação de fatores tróficos e de reguladores hormonais (MAIORKA et al., 2002; BOARO, 2009).

O comprimento e o diâmetro do intestino variam de acordo com diversos fatores, tais como, o tipo de dieta, a presença de aditivo alimentar ou promotor de crescimento adicionado à ração, presença de microbiota bacteriana, incidência de doenças entéricas e intensidade de desenvolvimento corporal na fase inicial até 14 dias de idade (ITO et al., 2004). Nos estudos realizados por Van Leeuwen et al. (2004) sobre as características morfológicas da mucosa do intestino delgado, foi demonstrado que a orientação das vilosidades é diferente nos diversos segmentos intestinais e que isto é influenciado pela idade, aditivos na dieta e microbiota do intestino, afetando o desempenho do frango de corte.

O rápido e adequado ganho de peso por parte das aves está diretamente relacionado com a nutrição das mesmas, sendo imprescindível que se estabeleçam critérios de manejo que mantenham a integridade dos diferentes tipos celulares que compõem e caracterizam os órgãos do sistema digestório e o controle das enfermidades entéricas que diminuem a eficiência do sistema em questão (BOLELI et al., 2002).

2.2 Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos, também denominados de ácidos carboxílicos, contem uma ou mais carboxilas em sua molécula. Nesta classificação também podem ser incluídos os aminoácidos e os ácidos graxos. A cadeia do ácido orgânico pode ser agrupada em ácidos graxos de cadeia curta, média ou longa de acordo com o número de carbonos (1-6, 7-10 e 11 ou mais carbonos, respectivamente). De um modo geral, a terminologia ácido orgânico utilizada em trabalhos na área da produção animal, refere-se aos ácidos fracos de cadeia curta, os quais produzem menor quantidade de prótons por molécula ao se dissociarem (DIBNER; BUTTIN, 2002).

Os ácidos orgânicos são comumente encontrados na natureza como componentes normais de tecidos vegetais e animais. Além disso, são formados através da fermentação microbiana no trato intestinal constituindo parte importante do suprimento energético dos animais hospedeiros. Já foi bem estabelecido que os ácidos orgânicos possuem

fortes propriedades antimicrobianas. Por esse motivo, os ácidos orgânicos são amplamente utilizados na indústria alimentícia e de nutrição animal para controlar o crescimento de bactérias e fungos. Esses efeitos positivos dos ácidos orgânicos podem ser explicados por diversos mecanismos, incluindo um efeito de redução do pH, propriedades bacteriostáticas e diversas propriedades metabólicas da porção aniônica dos ácidos após a dissociação (BELLAYER; SCHEUERMANN, 2004).

Na forma livre a maioria dos ácidos orgânicos está disponível em estado líquido, possuindo ação corrosiva e, portanto dificultando a utilização. Entretanto, a maioria dos produtos utilizados na fabricação de rações está associada na forma de sais de cálcio, potássio e sódio. A vantagem dos sais é se apresentarem na forma de pó, possuir menor volatilidade, pouco odor e fácil utilização, porém maiores quantidades do produto devem ser empregadas (EIDELSBURGUER, 1998).

As razões que fazem com que os ácidos orgânicos tenham influência nutricional em frangos estão associadas à produção insuficiente de HCl para dietas de alta capacidade tamponante (alta proteína e macroelementos) e também devido à carga microbiana atuante sobre os animais (BELLAYER; SCHEUERMANN, 2004).

Segundo Eidelsburguer (1998) citado por Bellayer & Scheuermann (2004), os ácidos orgânicos atuam pelos seguintes mecanismos: *a)* efeito antimicrobiano nos alimentos em si e, cuja concentração ótima, para higienizar os alimentos, é menor do que a necessária para acidificar o trato digestivo; *b)* pela diminuição do pH na parte inicial do trato digestivo e consequentes efeitos sobre a produção de pepsina e na digestão, bem como pela ação bactericida e bacteriostática na microflora do trato digestivo; *c)* pela sua capacidade aniônica tamponante com cátions das dietas (Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , Cu^{++} , Zn^{++}), aumentando a digestibilidade e retenção desses elementos e *d)* pela utilização da energia do ácido no metabolismo demonstrado por Hume et al. (1993) com ácido propiônico.

A atividade antimicrobiana dos ácidos orgânicos está relacionada à redução do pH e à capacidade de penetração na célula microbiana, pois quanto está na forma não dissociada são lipofílicos e podem difundir-se livremente através da membrana da bactéria, dissociando-se no seu interior (uma vez que o pH é próximo do neutro) e liberando prótons que alteram o pH intracelular o que afeta o metabolismo da célula, podendo causar a sua morte (CHERRINGTON et al., 1991).

A eficiência antimicrobiana do ácido depende de sua constante de dissociação (pKa). Este valor representa o ponto de pH do meio em que há equilíbrio entre a forma dissociada e não dissociada do ácido. Por exemplo, o ácido fórmico tem um pKa de 3,75, isto representa que em um meio com pH 3,75 metade do ácido encontra-se na forma dissociada e metade na forma não dissociada. Deste modo, quanto maior o pKa de um ácido, mais eficiente ele será como preservante.

Na Tabela 1 são demonstradas algumas das propriedades dos ácidos orgânicos estudados para aves.

Tabela 1 - Propriedades dos ácidos orgânicos utilizados como acidificantes

Ácidos Orgânicos	Peso molecular (g/mol)	Forma	PKa
Ácido fórmico	46,03	líquida	3,75
Ácido acético	60,05	líquida	4,76
Ácido propiônico	74,08	líquida	4,88
Ácido butírico	88,12	líquida	4,82
Ácido láctico	90,08	líquida	3,82
Ácido benzoico	122,10	sólida	4,19
Ácido sórbico	112,14	sólida	4,76
Ácido fumárico	116,07	sólida	3,02/4,38
Ácido cítrico	192,14	sólida	3,13/4,76/6,40

Fonte: Adaptado de Partanen (2002).

A maioria dos ácidos orgânicos possuem pKa abaixo de 5 e acabam sendo tamponados pelo pH intestinal. Portanto, assim que os ácidos orgânicos passam pelo piloro, há maior volume de moléculas na forma dissociada do que não dissociada, resultando em menor ação antimicrobiana no intestino.

Este fato levou pesquisadores a desenvolver ácidos orgânicos protegidos, em geral com gorduras, para que estes ácidos pudessem ter ação efetiva no intestino, após a ação das lipases pancreáticas e sais biliares. Piva et al. (2007) verificaram que uma mistura de ácidos orgânicos protegidos através do processo de microencapsulação com gordura, apresentaram lenta liberação dos ingredientes ativos no intestino, prevenindo a rápida dissociação dos ácidos orgânicos.

Rubio et al. (2009) estudando o butirato de sódio livre ou microencapsulado com gorduras vegetais sobre a infecção por *Salmonella Enteritidis* em frangos de corte aos 42 dias de idade, verificaram que ambos os aditivos a base de butirato reduziram a infecção por *Salmonella E.* em aves, sendo que o butirato protegido se mostrou mais eficiente no controle de *Salmonella*.

2.3. Ácidos Orgânicos na morfologia intestinal e desempenho de frangos de corte

Os ácidos orgânicos mais utilizados na avicultura são o ácido fórmico, acético, propiônico, butírico, láctico, cítrico e fumárico (DIBNER; BUTTIN, 2002). Atualmente, o que tem sido mais utilizado na avicultura de corte é uma associação entre estes ácidos orgânicos que podem ser administrados na ração ou água de bebida.

Os ácidos orgânicos também podem apresentar efeitos positivos na morfologia intestinal. Nesse sentido, muitos estudos têm sido realizados com ácidos fórmico, propiônico, láctico, cítrico e butírico, verificando suas ações no epitélio intestinal (KNUDSEN et al., 2003; CHAVEERACH et al., 2004).

A ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos também acaba interferindo na saúde das células e integridade intestinal, pois a presença de microrganismos não benéficos no trato digestivo eleva potencialmente a competição por nutrientes, acelera a passagem do alimento, aumenta a descamação de células intestinais e estimula a secreção de mucina pelas células caliciformes (APAJLAHTI, 2005).

Portanto a ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos pode ser relevante para a mucosa intestinal, favorecendo a estrutura e crescimento das vilosidades intestinais, determinando maior capacidade de digestão e absorção de nutrientes, e consequentemente, resultando em melhor desempenho dos animais.

O butirato, sal do ácido butírico, é considerado um importante nutriente para integridade do epitélio ao longo do trato gastrointestinal, onde apresenta diversos efeitos nas células, influenciando na sua maturação e diferenciação promovendo aumento na proliferação celular e auxiliando na manutenção da integridade intestinal (SMITH et al., 1998). Leeson et al. (2005) constataram que a adição de 0,2% de ácido butírico na dieta de frangos de corte resultou em maior vilosidade e menor profundidade de cripta em comparação ao controle negativo. Já Panda et al. (2009), concluíram que a inclusão de 0,4% de ácido butírico na dieta melhorou o desempenho e as vilosidades intestinais de

frangos de corte aos 35 dias de idade em relação ao controle. Por outro lado, Salazar et al. (2008) não encontraram efeito dos ácidos orgânicos láctico e butírico, associados ou não, sobre a altura de vilos do intestino delgado de frangos de corte.

Viola e Vieira (2007) estudando os efeitos de misturas de ácidos orgânicos (láctico, fórmico, cítrico, acético e benzóico) na dieta de frangos de corte, observaram que houve benefício do uso de acidificantes sobre a conversão alimentar, não apresentando diferenças entre aves alimentadas com antibióticos. Estes também relataram aumento na altura das vilosidades do duodeno de aves suplementadas com os ácidos orgânicos, quando comparado ao controle negativo. Entretanto, Maiorka et al. (2004) constataram que a mistura dos ácidos láctico, cítrico, fumárico e ascórbico não apresentou nenhum efeito sobre a morfologia intestinal das aves.

Viola et al. (2008) avaliando os efeitos da suplementação de acidificantes (láctico, fórmico e acético) na dieta ou água de bebida, concluíram que em comparação a dieta controle, sem adição de antibióticos promotores de crescimento, as dietas suplementadas com acidificantes foram eficientes em melhorar o ganho de peso de frangos de corte.

Khosravi et al. (2010) não observaram diferenças no ganho de peso e consumo de ração das aves tratadas com ácido propiônico em relação ao controle. Józefiak et al. (2010) também não observaram melhora no desempenho de frangos que foram suplementados com 0,1% ácido benzóico. Sendo que, a inclusão de 0,2% deste ácido reduziu o desempenho das aves.

Outros autores (KILL et al., 2007; BIGGS; PARSONS, 2008) também concluíram que a inclusão de ácidos orgânicos não proporcionou efeito sobre o desempenho de frangos de corte. Porém, Chowdhury et al. (2009) observaram melhor peso corporal e conversão alimentar nos frangos de corte suplementados com ácido cítrico (0,5%), em comparação ao controle.

Embora existam vários estudos na literatura sobre a utilização de ácidos orgânicos para frangos de corte, os resultados ainda são contraditórios, provavelmente em decorrência das diferentes combinações de tipos e formas de ácidos, níveis de inclusão, condições ambientais, entre outros. Portanto são necessários mais estudos visando elucidar melhor o mecanismo de ação e diferentes funções destes aditivos.

2.4. Probióticos, Prebióticos e Simbióticos

Fuller (1989) define probiótico como um suplemento alimentar constituído de microrganismos vivos, que no organismo animal atuam de forma benéfica melhorando o equilíbrio da microbiota intestinal, sendo utilizados na prevenção e tratamento de desordens gastrointestinais, como promotores de crescimento e como imunostimulantes.

Em equilíbrio, o trato gastrointestinal consegue de forma mais eficiente absorver nutrientes e impedir a fixação e multiplicação de agentes patogênicos na mucosa intestinal prevenindo desta forma a instalação de doenças entéricas e, conseqüentemente, melhorando a produtividade, diminuindo a mortalidade e a contaminação dos produtos de origem animal (EDENS, 2003).

As bactérias probióticas devem ser capazes de serem ativadas e multiplicadas rapidamente após sua ingestão; gram-positivas e tolerantes a enzimas salivares, ácidos estomacais, sais biliares e ácidos orgânicos; capazes de aderir ao epitélio intestinal; não serem patogênicas; serem estáveis; resistentes às elevadas temperaturas de processamento dos produtos e capazes de produzir culturas viáveis no hospedeiro (VANBELLE et al., 1990).

A ação dos probióticos ocorre pela exclusão competitiva, ou seja, competição por sítios de ligação e nutrientes (WATKINS; MILLER, 1983), produção de substâncias antibacterianas, por estímulo da imunidade (INOOKA et al., 1986), por uma maior produção de ácido lático e ácidos graxos de cadeia curta, os quais tem propriedades bacteriostáticas e bactericidas (FULLER, 1977).

A exclusão competitiva ocorre quando as bactérias probióticas ocupam o sítio de ligação na mucosa intestinal formando uma barreira física às bactérias patogênicas e por competição por nutrientes, resultando em exclusão das bactérias patogênicas por competição de espaço e alimento. Já o estímulo da imunidade ocorre devido ao aumento da atividade de macrófagos e do aumento dos níveis de anticorpos (PERDIGON et al., 1993).

Os probióticos também podem afetar os patógenos através da síntese de bacteriocinas, de ácidos orgânicos voláteis, peróxido de hidrogênio, ou atuar sobre o metabolismo celular, reduzindo a concentração de amônia no organismo (OUWEHAND et al., 1999).

As cepas bacterianas utilizadas no preparo de probióticos são principalmente: *Lactobacillus* spp, *Bifidobacterium* sp, *Enterococcus faecium* e *Bacillus* spp. (SIMON et al., 2001). Contudo, ainda não é conhecida a composição microbiana ideal de um produto probiótico. Sabe-se, até o presente momento, que ela deve ser múltipla, espécie – específica e os microrganismos de sua composição devem sofrer poucas passagens em meios artificiais de cultivo. Aparentemente, um maior número de espécies bacterianas determina um probiótico mais efetivo (ANDREATTI FILHO; SILVA, 2005).

O modo de administração dos probióticos pode ser o mais variado possível, sendo adicionado na ração, em água de bebida, pulverização sobre as aves, inoculação em ovos embrionados e via intra-esofagiana, o que determina uma melhor ou pior colonização intestinal pelas bactérias presentes no produto utilizado (ANDREATTI FILHO; SILVA, 2005).

Prebióticos são definidos como ingredientes alimentares não digeríveis na porção proximal do trato gastrointestinal e que beneficiam o hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou a atividade de um limitado grupo de bactérias no intestino (GIBSON; ROBERFROID, 1995), e o termo simbiótico para designar produtos que contêm probióticos e prebióticos associados.

Como a palavra sugere sinergismo, o simbiótico deveria ser restringido a produtos em que o componente prebiótico favoreça seletivamente o probiótico. Segundo Araújo et al. (2007), a interação entre o probiótico e o prebiótico *in vivo* pode ser favorecida por uma adaptação do probiótico ao substrato prebiótico, o que, em alguns casos, pode resultar em vantagem competitiva para o probiótico.

Alguns carboidratos como os oligossacarídeos [principalmente frutoligosacarídeos (FOS) e mananoligosacarídeos (MOS)], polissacarídeos, peptídeos, várias fibras entre outros podem pertencer ao conceito de prebiótico desde que possuam características como: não ser hidrolisado e absorvido durante sua passagem pelo trato digestivo superior; ser substrato para bactérias intestinais benéficas; ser capaz de alterar a microbiota intestinal de forma favorável ao hospedeiro; induzir efeitos benéficos sistêmicos ou na luz intestinal (ANDREATTI FILHO; SILVA, 2005).

FOS são polímeros ricos em frutose, podendo ser naturais, derivados de plantas (inulina) ou sintéticos, resultante da polimerização da frutose (GIBSON; ROBERFROID, 1995). Os MOS usualmente adicionados às dietas animais consistem

de fragmentos da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (levedura), dotada de uma estrutura complexa de manose fosforilada, glucose e proteína (SPRING, 2000).

Quando os prebióticos são adicionados à dieta, a especificidade de sua fermentação estimula o crescimento e a estabilidade das populações microbianas produtoras de ácidos orgânicos, em especial, ácido lático e acético, em detrimento às demais. Estes compostos reduzem o pH luminal e, juntamente com outras substâncias antibacterianas e enzimas produzidas por esta mesma microbiota, inibem a proliferação dos microrganismos nocivos, tais como *Escherichia coli*, *Clostridium* sp. e *Salmonella*, que são sensíveis a ambientes ácidos (RADECKI & YOKOYAMA, 1991).

Segundo Spring (2000), a ação de alguns prebióticos não se limita ao estímulo do desenvolvimento de bactérias benéficas, mas também podem ter efeito sobre a colonização do trato gastrointestinal por bactérias patogênicas. Para que as bactérias patogênicas consigam colonizar o trato intestinal e causar enfermidades, é necessária a aderência à superfície epitelial. Essa adesão ocorre através das fimbrias ou lectinas que reconhecem determinados açúcares na superfície do epitélio intestinal. Portanto, se as estruturas bacterianas se ligarem a oligossacarídeos dietéticos (que contém açúcares na sua estrutura), passarão pelo trato gastrointestinal sem aderência a mucosa intestinal.

A importância deste efeito foi demonstrada por Spring et al. (2000) ao observarem que a capacidade de adesão, colonização e infecção de *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* nos cecos de frangos de corte, foi reduzida nas aves que receberam prebiótico a base de mananoligossacarídeos.

Ao estimularem o crescimento das bactérias produtoras de ácido lático, os prebióticos estão atuando indiretamente e de forma benéfica sobre o sistema imune do hospedeiro, pois estas populações bacterianas produzem substâncias com propriedades imuno-estimulatórias, que interagem com o sistema imune em vários níveis (SILVA; NÖRNBERG, 2003). Especula-se que alguns prebióticos também possam ser capazes de estimular diretamente o sistema imune através da ativação de macrófagos, pois estes poderiam ocupar sítios receptores nas glicoproteínas da superfície epitelial, iniciando-se uma reação em cascata que resultaria em ativação dos macrófagos e liberação de citocinas, o que caracteriza ativação da resposta imune adquirida (SILVA, 2000).

2.5. Probióticos, Prebióticos e Simbióticos na morfologia intestinal e desempenho de frangos de corte

Os probióticos, prebióticos e simbióticos têm demonstrado promover modulação benéfica na microbiota intestinal, atuar positivamente no sistema imune e promover melhorias no ambiente e epitélio intestinal. Todas estas condições permitem que o intestino consiga de forma mais eficiente absorver nutrientes e impedir a fixação e multiplicação de agentes patogênicos na mucosa intestinal podendo resultar em melhor desempenho nos animais.

Oliveira et al. (2008) estudando o desempenho e a morfologia da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com prebiótico (MOS 0,1%) até os 21 dias de idade, verificaram que a dieta contendo MOS determinou aumento no perímetro e altura dos vilos no duodeno. Entretanto, não foi observado melhor desempenho nas aves que receberam prebiótico.

Albino et al. (2006) também verificaram que a inclusão de MOS (0,2%) não melhorou o desempenho de frangos de corte aos 21 dias de idade. Porém melhorou o ganho de peso em relação ao controle aos 42 dias. Já Oliveira et al. (2009), verificaram que a inclusão de 0,1% de MOS em dietas de frangos de corte não melhorou o desempenho nem a altura de vilos no duodeno das aves aos 42 dias. Por outro lado, Pelicano et al. (2007) concluíram que o uso de probióticos e prebióticos foi benéfico para aumentar a altura das vilosidades intestinais de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Estudando adição de prebióticos na ração pré-incial de frangos de corte criados em diferentes temperaturas, Silva et al. (2010) observaram que a inclusão do aditivo aumentou o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar das aves criadas no calor aos 42 dias de idade. Além disso, apresentou efeito benéfico sobre as vilosidades das aves criadas em ambiente de calor e frio.

Appelt et al. (2010) verificaram que a inclusão do probiótico à base de *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis* em dietas de frangos de corte, promoveu maior ganho de peso e melhor conversão alimentar aos 21 dias de idade. Entretanto, o probiótico não melhorou o desempenho das aves no período total de criação (1 a 40 dias).

Por outro lado, Meurer et al. (2010) não observaram melhor desempenho nas aves suplementadas com probiótico a base de *Bacillus subtilis* aos 21 dias de idade. Porém, o

uso do probiótico no período de 1 a 42 dias promoveu maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

Estudando o efeito do uso de probióticos e prebiótico (MOS) na dieta de frangos de corte de 1 a 10 dias, Paz et al. (2010) verificaram melhor conversão alimentar nas aves suplementadas com probióticos, em relação ao controle. O mesmo não foi verificado para o prebiótico.

Bozkurt et al. (2009) estudando o efeito da suplementação de probiótico, prebiótico, simbiótico e ácido orgânico combinados ou não, verificaram que estes aditivos promoveram melhor ganho de peso nas aves e que o aditivo simbiótico melhorou a conversão alimentar dos frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, em relação ao controle. Godoi et al. (2008) também observaram maior ganho de peso aos 21 e 42 dias de idade nas aves alimentadas com prebióticos e simbióticos.

Entretanto, Ramos et al. (2011) não observaram influência dos aditivos probiótico, prebiótico e simbiótico sobre o desempenho e histomorfometria do intestino delgado de frangos de corte aos 21 dias de idade, concluindo que isto poderia ser atribuído à condição de baixo desafio sanitário utilizada.

Em função de uma série de fatores que afetam a ação desses produtos, os resultados dos estudos com estes aditivos ainda são contraditórios. Esses resultados contraditórios também podem ser devido aos estudos serem realizados utilizando-se diferentes composições de microrganismos e cepas, concentrações, níveis de inclusão e métodos de preparação dos produtos e devido às condições sanitárias do local de criação. Portanto trata-se de uma tecnologia que necessita de maiores esclarecimentos sobre seus mecanismos de ação e efeitos.

Diante do exposto, o Capítulo 2 denominado “INTEGRIDADE INTESTINAL E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS” apresenta-se de acordo com as normas para publicação na **Revista Brasileira de Zootecnia**, tendo como objetivo avaliar a integridade intestinal, por meio de microscopia óptica e eletrônica de varredura, e o desempenho de frangos de corte alimentados com aditivos alternativos aos antimicrobianos.

3. REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T. et al. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.742-749, 2006.

ANDREATTI FILHO, R.L.; SILVA, E.N. Probióticos e correlatos na produção avícola. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L. **Farmacologia aplicada à avicultura**. São Paulo: Roca, 2005. cap.15, p.225-248.

APAJLAHTI, J. Comparative gut microflora, metabolic challenges and potential opportunities. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.444-453, 2005.

APPELT, M.D.A. et al. Níveis de probiótico em rações de origem animal e vegetal para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.765-771, 2010.

ARAÚJO, J.A. et al. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasília**, v.1, n.3, p.69-77, 2007.

BELLAVER, C.; SCHEUERMANN, G. Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte. In: CONFERÊNCIA AVESUI, 2004, Florianópolis. **Anais...** Itu: Gessulli, 2004. p.1-16.

BIGGS, P.; PARSONS, C.M. The effects of several organic acids on growth, performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chickens. **Poultry Science**, v. 87, p. 2581-2589, 2008.

BOARO, M. Morfofisiologia do trato intestinal. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Fata: Campinas, 2009. p. 262-274.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 2002. cap.5, p.75-95.

BOZKURT, M. et al. The effect single or combined dietary supplementation of prebiotics, organic acid and probiotics on performance and slaughter characteristics of broilers. **South African Journal of Animal Science**, v.39, n.3, p.197-205, 2009.

CHAVEERACH, P. et al. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. **Poultry Science**, v.83, p.330-334, 2004.

CHERRINGTON, C.A.; HINTON, M.; CHOPRA, I. Organic acids: Chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances in Microbial Physiology**, v.32, p.87-108, 1991.

CHOWDHURY, R. et al. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. **Poultry Science**, v.88, n.8, p.1616-1622, 2009.

DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, n.4, p.453-463, 2002.

EDENS, F.W. An alternative for antibiotic use in poultry: probiotics. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, n.2, p.75-97, 2003.

EIDELSBURGER, U. Feeding short-chain organic acids to pigs. In: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. **Recent Advances in Animal Nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 1998. p.93-106.

FULLER, R. The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in the crop. **British Poultry Science**, v.1, p.85-94, 1977.

FULLER, R. Probiotics in man and animals: a review. **Journal of Applied Microbiology**, v.66, n.5, p.365-378, 1989.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, p.1401-1412, 1995.

GODOI, M.J.S. et al. Utilização de aditivos em rações formuladas com milho normal e de baixa qualidade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1005-1011, 2008.

HUME, M. E. et al. Metabolism of [14 C] propionic acid in broiler chicks. **Poultry Science**, v.72, n.786-793, 1993.

INOOKA, S.; UEHARA, S.; KIMURA, M. The effect of *Bacillus natto* on the T and B lymphocytes from spleens of feeding chickens. **Poultry Science**, v.65, p.1217-1219, 1986.

ITO, N.M.K. et al. Saúde gastrointestinal, manejos e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: Facta, 2004. cap.13, p.207-215.

JÓZEFIK, D.; KACZMAREK, S.; RUTKOWSKI, A. The effects of benzoic acid supplementation on the performance of broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.94, n.1, p.29-34, 2010.

KHOSRAVI, A. et al. Immune response and performance of broiler chicks fed protexin and propionic acid. **International Journal of Poultry Science**, v.9, n.2, p.188-191, 2010.

KILL, J.L. et al. Inclusão de ácidos orgânicos na ração de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Brasília-DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. 1 CD-ROM.

KNUDSEN, D.E. et al. New insight into butyrate metabolism. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.62, p.81-86, 2003.

LEESON, S.; NAMKUNG, H.; ANTONGIOVANNI, M. Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. **Poultry Science**, v.84, p.1418-1422, 2005.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Probióticos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Campinas: Facta, 2005, p.53-71.

MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 2002. cap.8, p.113-123.

MAIORKA, A. et al. Utilização de prebióticos, probióticos ou simbióticos em dieta para frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, p.75-82, 2001.

MAIORKA, A. et al. Emprego de uma mistura de ácido fumárico, láctico, cítrico e ascórbico em dietas iniciais de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.1, p.31-37, 2004.

MEURER, R.F.P. et al. Evaluation of the use of probiotics in diets with or without growth promoters for broiler chicks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2687-2690, 2010.

OLIVEIRA, M.C. et al. Performance and morphology of intestinal mucosa of broilers fed mannan-oligosaccharides and enzymes. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.442-448, 2008.

OLIVEIRA, M.C. et al. Mananoligossacarídeos e complexo enzimático em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.879-886, 2009.

OUWEHAND, A.C. et al. Probiotics: mechanisms and established effects. **International Dairy Journal**, v.9, p.43-52, 1999.

PANDA, A.K. et al. Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens. **Assian-Australasian Journal Animal Science**, v.7, p.1026-1031, 2009.

PARTANEN, K. Using organic acids in pig feeding as alternative to antibiotic fed additives. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p.45-62.

PAZ, A.S. et al. Aditivos promotores de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.395-402, 2010.

PELICANO, E.R.L. et al. Morphometry and ultra-structure of the intestinal mucosa of broilers feed different additives. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, n.3, p.173-180, 2007.

PERDIGON, G. et al. Influence of the use of *Lactobacillus casei* as an oral adjuvant on the levels of secretory immunoglobulin A during an infection with *Salmonella typhimurium*. **Food Agriculture Immunologic**, v.5, p.27-37, 1993.

PIVA, A.; PIZZAMIGLIO, M; MORLACCHINI, M.; TEDESCHI, M.; PIVA, G. Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 486-493, 2007.

RADECKI, S.V.; YOKOYAMA, M.T. Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In: MILLER, E.R.; DUANE, E.U.; LEWIS, A.J. **Swine Nutrition**. Boston: Butterworth - Heinemann, 1991. p.439-447.

RAMOS, L.S.N. et al. Desempenho e histomorfometria intestinal de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade recebendo melhoradores de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1738-1744, 2011.

RUBIO, C.F. et al. Butyric acid-based feed additives help protect broiler chickens from *Salmonella Enteritidis* infection. **Poultry Science**, v.88, p.943-948, 2009.

SALAZAR, P.C.R. et al. Efeito dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.45, n.6, p.463-471, 2008.

SAMUELSON, D.A. Tratado de Histologia Veterinária. In:_. **Sistema digestório I: cavidade oral e canal alimentar**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. cap.14, p.324-340.

SANTOS, J.R.G.; TURNES, C.G. Probióticos em avicultura. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.741-747, 2005.

SARCINELLI, M.F.; VENTURINI, K.S.; SILVA, L.C. Produção de frangos de corte. **Boletim técnico (UFES)**. p.9, 2007.

SILVA, E.N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, São Paulo. **Anais...** Campinas: Facta, 2000. p.241-251.

SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.983-990, 2003.

SILVA, V.K. et al. Yeast extract and prebiotic in pre-initial phase diet for broiler chickens raised under different temperatures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.165-174, 2010.

SIMON, O.; JADAMUS, A.; VAHJEN, E. Probiotic feed additives: effectiveness and expected modes of action. **Journal of Animal Feed Science**, v.10, p.51-67, 2001.

SMITH, J.G.; YOKOYAMA, W.H.; GERMAN, J.B. Butyric acid from the diet: actions at the level of gene expression. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.38, p.259-295, 1998.

SPRING, P. Yeast's secret weapon AIDS animal production. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Campinas. **Anais....** Campinas: CBNA, 2000, p.41-50.

SPRING, P. et al. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in ceca of salmonella-challenged broiler chicks. **Poultry Science**, v.79, p.205-211, 2000.

TURK, D.E. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. **Poultry Science**, v.661, p.1225-1244, 1982.

UNI, Z.; PLATIN, R.; SKLAN, D. Cell proliferation in chicken intestinal epithelium occurs both in the crypt and along the villus. **Journal of Comparative Physiology**, v.168, p.241-247, 1998.

VAN LEEUWEN, P. et al. Morphology of the small intestinal mucosal surface of broilers in relation to age, diet formulation, small intestinal microflora and performance. **British Poultry Science**, v.45, p.41-48, 2004.

VANBELLE, M.; TELLER, E.; FOCANT, M. Probiotics in animal nutrition: a review. **Archive of Animal Nutrition** (Berlin), v.40, n.7, p.543-567, 1990.

VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1097-1104, 2007.

VIOLA, E.S. et al. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.296-302, 2008.

WATKINS, B.A.; MILLER, B.F. Competitive gut exclusion of avian pathogens by *Lactobacillus acidophilus* in gnotobiotic chicks. **Poultry Science** , v.61, p.1772-1779, 1983.

CAPÍTULO 2

INTEGRIDADE INTESTINAL E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS

INTEGRIDADE INTESTINAL E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS

RESUMO – Com objetivo de avaliar a integridade intestinal, por meio da microscopia óptica e eletrônica de varredura (MEV), e o desempenho de frangos de corte suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos foram alojados 1080 pintos machos, com densidade populacional de 12 aves/m². O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições de 30 aves cada. Os tratamentos foram: dieta basal (controle); dieta basal mais antimicrobiano; dieta basal mais probiótico; dieta basal mais prebiótico; dieta basal mais simbiótico e dieta basal mais ácidos orgânicos. Foram avaliados o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade aos 10, 21, 35 e 42 dias de idade. Aos 42 dias, 72 aves (duas aves por repetição de cada tratamento) foram pesadas individualmente e eutanasiadas. Para avaliação da morfometria das diferentes túnicas da parede intestinal foram coletados segmentos do intestino delgado e cecos de duas aves por repetição e para as análises da integridade intestinal (MEV) foram coletados os mesmos segmentos de duas aves por tratamento. No período inicial de criação as aves suplementadas com os aditivos alternativos mostraram ganho de peso similar àquelas tratadas com antimicrobiano, porém não diferiram do grupo controle. A conversão alimentar das aves que receberam aditivos alternativos no intervalo de 1 a 10 dias foi melhor que o controle, porém para os demais períodos de criação a conversão alimentar foi similar ao antimicrobiano sem, contudo diferir do controle. A morfometria das diferentes túnicas da parede intestinal das aves não foi influenciada pelos tratamentos. No período total de criação, os aditivos alternativos avaliados não melhoraram a integridade intestinal, bem como o desempenho dos frangos de corte.

Palavras-chave: microscopia eletrônica de varredura, morfometria, mucosa intestinal, parede intestinal

INTESTINAL INTEGRITY AND PERFORMANCE OF BROILERS SUPPLEMENTED WITH PROBIOTICS, PREBIOTICS AND ORGANIC ACIDS

ABSTRACT - In order to evaluate the intestinal integrity, through optical microscopy and scanning electronic (SE), and the performance of broilers receiving diets supplemented with additives instead of antimicrobial growth promoters 1080 male chicks were allocated in a population density of 12 birds / m². The experimental design was a completely randomized arrangement with six treatments and six replications of thirty birds each. The treatments were: basal diet (control); basal diet + antimicrobial growth promoter (AGP); basal diet + probiotic; basal diet + prebiotic; basal diet + symbiotic; and basal diet + organic acids. The weight gain, feed intake, feed:gain ratio and the viability at days 10, 21, 35 and 42 were evaluated. At 42th day, 72 birds (two birds per replicate of each treatment) were individually weighted and sacrificed. For morphometric evaluation of different tunics of intestinal wall, small intestine and caecum fragments from 2 birds per repetition were collected and for intestinal integrity analysis (SE) the same fragments were collected from 2 birds per treatment. At the first period of breeding alternative additives-fed chickens showed similar weight gain compared to AGP-fed chickens, but they did not differ from control group. The feed:gain of alternative additives-fed chickens from 1st to 10th days was better than control group, but for the others periods the feed:gain ratio was similar to AGP-fed birds, without differing from control group. The morphometric of different tunics of intestinal wall was not influenced by treatments. The alternative additives did not improve the intestinal integrity, neither the broiler performance during the whole breeding period.

Keywords: scanning electronic microscopy, morphometry, intestinal mucous, intestinal wall

INTRODUÇÃO

Um aspecto importante para a produtividade animal é a manutenção da integridade do trato gastrointestinal, pois este em equilíbrio e íntegro consegue de forma mais eficiente absorver nutrientes e impedir a fixação e multiplicação de agentes patogênicos na mucosa intestinal, prevenindo desta forma a instalação de doenças entéricas e, conseqüentemente, melhorando o desempenho, diminuindo a mortalidade e a contaminação dos produtos de origem animal (Edens, 2003).

Para controlar agentes prejudiciais à integridade intestinal são utilizados antimicrobianos melhoradores de crescimento, pois promovem resultados significativos no desempenho dos animais. Porém alguns mercados consumidores internacionais baniram o uso destes antimicrobianos, alegando riscos para saúde humana pela presença de resíduos destes nos produtos de origem animal, e por possível indução de resistência bacteriana.

Na União Européia, desde 2006 não é permitido o uso de qualquer antimicrobiano promotor de crescimento na produção animal. Desde então, diversas alternativas naturais aos antimicrobianos têm sido estudadas. Tais alternativas incluem probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos, entre outros.

Segundo Silva & Nörnberg (2003) e Santos & Turnes (2005), o uso de probióticos e prebióticos podem proporcionar às aves modulação benéfica da microbiota intestinal, melhora na resposta imune, na integridade intestinal e, conseqüentemente, no desempenho.

Os benefícios do uso de ácidos orgânicos na alimentação animal podem ser explicados por diversos mecanismos, incluindo um efeito de redução do pH, propriedades bacteriostáticas e diversas propriedades metabólicas da porção aniônica dos ácidos após a dissociação (Bellaver & Scheuermann, 2004). Estas propriedades têm

grande potencial para melhorar a integridade intestinal e o desempenho de frangos de corte.

Embora existam vários estudos na literatura sobre a utilização destes aditivos alternativos, os resultados no desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte ainda são contraditórios. Também há poucos trabalhos na literatura que estudam o efeito destes aditivos na integridade intestinal, a nível ultraestrutural. Portanto, trata-se de uma tecnologia que necessita de mais estudos sobre seus mecanismos de ação e efeitos.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a integridade intestinal, por meio de microscopia óptica e eletrônica de varredura, e o desempenho de frangos de corte suplementados com probióticos, prebióticos, simbióticos e ácidos orgânicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram alojados em galpão da FMVZ-UNESP/Botucatu 1080 pintos de um dia, machos, da linhagem Cobb, com densidade populacional de 12 aves/m². O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições de 30 aves cada. Os tratamentos foram: T1- controle: dieta basal (sem adição de antimicrobianos e aditivos alternativos); T2- dieta basal mais adição de antimicrobiano (enramicina); T3- dieta basal mais probiótico; T4- dieta basal mais prebiótico; T5- dieta basal mais simbiótico (T3 + T4) e T6- dieta basal mais ácidos orgânicos.

O sistema de manejo adotado foi o tradicionalmente utilizado nas criações comerciais de frangos de corte. Durante a primeira semana de idade foram utilizados bebedouros do tipo pendular e comedouros tubulares infantis. A partir da segunda semana, foram utilizados bebedouros pendulares e comedouros tubulares. O aquecimento inicial foi feito através de campânulas elétricas providas de lâmpadas

infravermelhas de 250W. A iluminação foi fornecida de forma a completar 24 horas diárias de luz durante todo o período de criação.

A cama utilizada foi de maravalha reaproveitada de lote comercial de frangos de corte. As aves foram vacinadas contra coccidiose via água de bebida conforme recomendações do fabricante, no segundo dia de idade, visto que não receberam nenhuma droga anticoccidiana na ração. O arraçoamento foi dividido em quatro fases: pré-inicial (1-10 dias de idade), inicial: (11-21 dias de idade), crescimento (22-35 dias de idade) e final (36-42 dias idade) sendo que as aves receberam água e ração *ad libitum* durante todo o período de criação.

No grupo suplementado com probiótico foi utilizado produto composto por bactérias anaeróbicas 10^7 UFC/g, enterobactérias fermentadoras de lactose 10^5 UFC/g, *Enterococcus* spp 10^6 UFC/g, *Lactobacillus acidophilus* 10^7 UFC/g, adicionado a dieta na dose de 150 g/ton de ração na fase pré-inicial e 100 g/ton de ração nas fases inicial, crescimento e final. O prebiótico utilizado foi mananoligossacarídeo (MOS) derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, adicionado à dieta na dose de 1 kg/ton de ração na fase pré-inicial e 500 g/ton de ração para as demais fases.

O grupo suplementado com simbiótico consistiu da adição conjunta do probiótico e prebiótico utilizados no estudo, sendo adicionado à dieta nas mesmas proporções já descritas. No grupo suplementado com ácidos orgânicos foi utilizado produto composto pelos ácidos orgânicos microencapsulados e revestidos com gordura vegetal: fumárico (64,1%), propionato de cálcio (10,3%), formiato de cálcio (20,5%) e sorbato de potássio (5,1%), adicionado à dieta na dose de 600 g/ton de ração para todas as fases.

O antimicrobiano utilizado (controle positivo) foi a enramicina (Enradin® F80) produto registrado no Ministério da Agricultura para esse fim, na dosagem de 10 ppm

(125 g/ton de ração) na fase pré-inicial e 5 ppm (63 g/ton de ração) nas fases inicial, crescimento e final. A dieta basal foi formulada segundo as recomendações de Rostagno et al. (2005) (Tabela 1) . Os tratamentos foram estabelecidos a partir da substituição de material inerte (caulim) pelo equivalente dos produtos em estudo.

Tabela 1 - Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas basais

Ingredientes	Pré-inicial 1-10 dias	Inicial 11-21 dias	Crescimento 22-35 dias	Final 36-42 dias
Milho (fubá)	56,037	59,377	62,225	66,284
Farelo de soja (45%)	37,530	34,500	30,910	27,050
Óleo de soja	2,118	2,270	3,230	3,212
Fosfato bicálcico	1,950	1,800	1,670	1,520
Calcário calcítico	0,930	0,900	0,840	0,800
DL-metionina	0,215	0,158	0,155	0,150
L-lisina HCl	0,325	0,185	0,200	0,244
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina (60%)	0,060	0,050	0,040	0,030
Sal comum	0,520	0,500	0,470	0,450
Inerte (caulim)	0,115	0,060	0,060	0,060
Total	100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada				
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950	3000	3100	3150
Proteína Bruta %	22,04	20,79	19,41	18,03
Cálcio %	0,94	0,89	0,82	0,76
Fósforo Disponível %	0,47	0,44	0,41	0,38
Lisina Digestível %	1,33	1,15	1,08	1,02
Metionina Digestível %	0,52	0,45	0,43	0,41
Metionina + Cistina Digestível %	0,81	0,74	0,70	0,67

¹PX VIT FC INI 1,0 kg/t (TECTRON®) níveis de garantia por kg de ração para as fases pré-inicial e inicial: ácido fólico 1 mg; ácido pantotênico 13 mg; biotina 0,075 mg; niacina 35 mg; selênio 0,3 µg; vit. A 8.000 UI; vit. B1 1,8 mg; vit. B12 12 µg; vit. B2 6 mg; vit. B6 2,8 mg; vit. D3 2.000 UI; vit. E 13 UI; vit. K3 2 mg. PX VIT FC CRES 1,0 kg/t (TECTRON®) níveis de garantia por kg de ração para a fase crescimento: ácido fólico 0,7 mg; ácido pantotênico 11 mg; niacina 32 mg; selênio 0,3 mg; vit. A 7.000 UI; vit. B1 1,6 mg; vit. B12 10 µg; vit. B2 4,8 mg; vit. B6 2,5 mg; vit. D3 2.000 UI; vit. E 11 UI; vit. K3 1,5 mg. PX VIT FC FINAL 1,0 kg/t (TECTRON®) níveis de garantia por kg de ração para a fase final: ácido pantotênico 8 mg; niacina 20 mg; selênio 0,2 mg; vit. A 3.000 UI; vit. B12 6 µg; vit. B2 2,5 mg; vit. D3 800 UI; vit. E 7 UI; vit. K3 0,75 mg. ² MICROMIN AVES 1 kg/t (TECTRON®) níveis de garantia por kg de ração: ferro 50 mg; cobre 8 mg; iodo 0,8 mg; manganês 70 mg; zinco 70 mg.

Aos 42 dias de idade, 72 aves (duas aves por repetição de cada tratamento) foram transportadas após jejum de 6 horas, em caixas apropriadas, até o abatedouro experimental da FMVZ/UNESP Botucatu, onde foram pesadas individualmente, insensibilizadas por eletronarcore e eutanasiadas mediante corte de veia jugular e artéria carótida.

Posteriormente, foi retirado o trato gastrintestinal das aves e efetuada as pesagens do intestino completo e seus segmentos (duodeno, jejuno, íleo, cólon e cecos), os quais foram pesados em balanças semi-analíticas. O intestino e seus segmentos também foram medidas com o auxílio de uma fita métrica.

As análises histológicas da mucosa intestinal foram realizadas no laboratório de anatomia do Instituto de Biociências da UNESP Botucatu. Foram coletados segmentos de aproximadamente 2 cm do duodeno (a partir do piloro até a porção distal da alça duodenal); do jejuno (a partir da porção distal da alça duodenal até o divertículo de Meckel); do íleo (entre o divertículo de Meckel e a abertura dos cecos) e cecos (direito) de duas aves por repetição, os quais foram abertos pela sua borda mesentérica e lavados com água destilada, posteriormente fixados em placas de polipropileno e mergulhados em solução de formalina tamponada a 10% por 24 horas. Após esse período, o material foi reduzido a fim de eliminar as bordas dilaceradas e lavado em água corrente por 48 horas, com a finalidade de retirar o fixador utilizado.

Após fixação e secção, todo material foi desidratado por imersão em uma série crescente de alcoóis (entre 80% e absoluto), diafanizado em três trocas de xilol e incluído em *paraplast*. Para a inclusão os segmentos foram orientados para obtenção de cortes histológicos longitudinais, em relação ao maior eixo do intestino.

A microtomia foi realizada com auxílio de micrótomo automático (Leica, RM-2145) equipado com navalhas descartáveis, obtendo-se uma série de cortes com 4-5 μm de espessura. Os cortes foram colocados em álcool 30%, em seguida imersos em água destilada a 37°C e, posteriormente, distendidos sobre lâminas histológicas e levados para estufa, onde permaneceram por no mínimo 60 minutos a uma temperatura de 60°C. Após esses procedimentos os cortes sofreram a desparafinização, através de duas passagens pelo xilol. Posteriormente, foram hidratados em alcoóis de concentrações decrescentes e submetidos aos métodos de colorações histológicas.

Os cortes histológicos foram corados por Tricrômico de Masson, de acordo com a metodologia preconizada por Behmer et al. (2003). Em seguida, foi realizada a morfometria das diferentes túnicas do intestino sendo elas: mucosa, submucosa e túnica muscular, constituída por camada circular interna e camada longitudinal externa, sendo que estas foram obtidas através das análises dos cortes histológicos realizadas com auxílio do microscópio óptico acoplado a um sistema computadorizado de captura de imagem (Leica Qwin 3.0). Foram realizadas 10 medidas por camada de cada lâmina estudada.

A análise da integridade da mucosa intestinal por meio da microscopia eletrônica de varredura foi realizada no laboratório de microscopia eletrônica do Instituto de Biociências da UNESP Botucatu. Foram coletadas amostras dos diferentes segmentos do intestino (duodeno, jejuno, íleo e ceco) de duas aves por tratamento, as quais foram abertas longitudinalmente, esticadas e brevemente lavadas com tampão fosfato 0,1 M (pH 7,3) para remover o conteúdo intestinal. Os segmentos foram fixados por 24 horas a 4 °C em glutaraldeído 2,5% em tampão fosfato 0,1 M (pH 7,3). Após a fixação, as amostras foram lavadas em água destilada e fixadas por 30 minutos em tetróxido de

ósmio 0,5% em água destilada. O material foi desidratado em uma série crescente de etanol (7,5 % a 100%), e em seguida submetido à secagem com dióxido de carbono líquido em um aparelho de ponto crítico de secagem Balzers CPD-020, montados em “stubs”, e metalizados com 10 nm de ouro usando um Metalizador SCD-050 da Bal-Tec. Após o processamento as amostras foram fotografadas, usando um microscópio eletrônico de varredura Quanta 200 da FEI, sob tensão de 10 a 15 KV, e analisadas as imagens quanto à integridade da mucosa intestinal levando em consideração perdas de epitélio, presença de muco e organização das vilosidades.

Para a avaliação dos dados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade) nos períodos de 1-10 dias; 11-21 dias; 22-35 dias e 36-42 dias, foram registradas as quantidades de ração consumida e realizadas as pesagens dos animais no início e no final de cada fase. As mortalidades foram registradas diariamente para determinação do consumo real das aves.

O consumo de ração foi calculado pela diferença de pesos entre a quantidade fornecida e as sobras existentes no final de cada fase. O ganho de peso foi calculado pela diferença entre a pesagem final e inicial de cada fase. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração das aves e seu ganho de peso em cada fase já corrigido pelo peso das aves mortas no período.

A viabilidade e o índice de eficiência produtiva (IEP) também foram calculados. A fórmula utilizada para o cálculo do IEP foi: $((\text{ganho de peso médio diário (g)} \times \text{viabilidade (\%)}) / \text{conversão alimentar}) / 10$.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa computacional Statistical Analysis System (versão 8.2), utilizando o procedimento

General Linear Models (GLM). As médias entre os tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período pré-inicial, 1 a 10 dias, e no intervalo de 1 a 21 dias de idade, o grupo controle apresentou menor ($P < 0,05$) ganho de peso (GP) quando comparado as aves tratadas com antimicrobiano, o que leva a inferir que o desafio sanitário induzido com cama de maravalha reutilizada permitiu a manifestação desta resposta. Por outro lado, o GP das aves suplementadas com os aditivos alternativos (probiótico, prebiótico, simbiótico e ácidos orgânicos) não diferiu do grupo com antimicrobiano nem do grupo controle, com exceção do aditivo simbiótico no período pré-inicial que apresentou melhor GP que o controle (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram encontrados por Albino et al. (2006) ao verificarem que no período de 1 a 21 dias, a adição do antimicrobiano avilamicina nas rações melhorou o GP dos frangos de corte em relação ao controle. No entanto, o GP dos animais suplementados com diferentes concentrações de prebiótico à base de mananoligossacarídeos não diferiu das aves com ou sem avilamicina.

Entretanto, resultados contrários foram observados por Godoi et al. (2008) e Viola et al. (2008) que encontraram diferença no GP das aves tratadas com prebiótico/simbiótico e ácidos orgânicos, respectivamente, em relação ao controle no período 1 a 21 dias.

Nos períodos de criação de 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade, não foi possível observar influência dos tratamentos no GP das aves. Oliveira et al. (2009), Appelt et al. (2010) e Khosravi et al. (2010), em seus experimentos utilizando prebiótico, probiótico e ácido orgânico, respectivamente, também não encontraram diferença no GP das aves no

período total de criação (1 a 42 dias). Entretanto Godoi et al. (2008), Salazar et al. (2008) e Meurer et al. (2010), observaram maior GP nas aves tratadas com prebiótico/simbiótico, ácidos orgânicos e probiótico respectivamente, em relação ao controle no intervalo de 1 a 42 dias de idade.

Tabela 2 – Valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos

Variáveis	Tratamentos						CV ³ (%)	P ⁴
	Controle	Antimicro ¹	Probiótico	Prebiótico	Simbiótico	Ác. Org ²		
1-10 dias de idade								
GP (g)	209,85 b	236,75 a	232,08 ab	225,50 ab	239,78 a	226,19 ab	5,67	0,006
CR (g)	284,17	296,94	288,71	292,39	288,33	281,11	3,56	0,140
CA (g/g)	1,37 b	1,25 a	1,24 a	1,29 ab	1,20 a	1,24 a	4,02	< 0,001
VB (%)	98,89	100	98,89	100	100	100	0,99	0,107
1-21 dias de idade								
GP (g)	874,14 b	940,00 a	881,07 ab	900,08 ab	894,41 ab	891,99 ab	3,88	0,043
CR (g) *	1277,93 c	1324,75 ab	1284,26 bc	1336,38 a	1290,18 bc	1299,02 abc	2,59	0,029
CA (g/g)	1,47	1,41	1,47	1,49	1,45	1,46	3,09	0,079
VB (%)	97,22	99,45	98,33	98,89	99,45	99,45	1,96	0,305
1-35 dias de idade								
GP (g)	2234,26	2265,43	2228,34	2218,89	2218,52	2186,74	2,62	0,353
CR (g) *	3600,71 ab	3676,18 a	3602,47 ab	3676,68 a	3590,88 b	3669,58 ab	1,70	0,037
CA (g/g)	1,63 a	1,64 a	1,64a	1,67 ab	1,65ab	1,69 b	1,72	0,003
VB (%)	95,56	97,22	95,00	97,78	95,00	98,33	4,09	0,531
1-42 dias de idade								
GP (g)	2848,79	2907,30	2825,04	2851,98	2849,25	2790,67	2,88	0,287
CR (g)	4955,27	5025,86	4947,55	5073,11	4941,55	5040,27	2,41	0,289
CA (g/g)	1,77 ab	1,75 a	1,80 ab	1,80 ab	1,77 ab	1,83 b	2,01	0,011
VB (%)	92,78	95,00	90,55	95,00	92,78	97,22	5,36	0,295
IEP	356,32	376,31	338,30	357,57	354,52	354,11	7,48	0,315

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (P<0,05) exceto para * (CR aos 21 e 35 dias de idade) que diferem pelo teste de Duncan (P<0,05). ¹Antimicrobiano (enramicina); ²Ácido orgânico; ³Coeficiente de variação; ⁴Probabilidade

O consumo de ração (CR), no intervalo de 1 a 21 e 1 a 35 dias de idade, foi afetado ($P<0,05$) pelos tratamentos. No período de 1 a 21 dias as aves tratadas com os aditivos alternativos mostraram CR similar ao grupo com antimicrobiano, porém não diferiram do controle com exceção do aditivo prebiótico (MOS) que mostrou CR maior que o controle.

Iji et al. (2001) estudando a estrutura e função intestinal de frangos de corte suplementados com MOS relataram que o uso do mesmo pode aumentar o CR, porém Albino et al. (2006) e Oliveira et al. (2008 b) não encontraram diferenças no CR em aves suplementadas com esse aditivo. No intervalo de 1 a 35 dias os maiores consumos de ração foram observados no tratamento com antimicrobiano e prebiótico em relação ao aditivo simbiótico, porém nenhum dos tratamentos diferiu do controle.

Em relação à conversão alimentar (CA) na fase pré-inicial, 1 a 10 dias, os aditivos alternativos mostraram CA similar ao antimicrobiano e melhor ($P<0,05$) que o grupo controle, exceto para o aditivo prebiótico. Resultados semelhantes foram encontrados por Paz et al. (2010) ao estudar probiótico e prebiótico em dietas para frangos de corte no mesmo período de criação de 1 a 10 dias. Os tratamentos não modificaram ($P>0,05$) a CA no intervalo de 1 a 21 dias de idade. Recentemente, Ramos et al. (2011) também não observaram influência dos aditivos probiótico, prebiótico e simbiótico sobre CA de frangos de corte aos 21 dias de idade.

No período de 1 a 35 dias de idade os tratamentos com antimicrobiano, probiótico, prebiótico e simbiótico apresentaram CA similar, porém não diferiram do controle sendo que o aditivo ácido orgânico apresentou pior ($P<0,05$) CA que o controle. Entretanto, Viola & Vieira (2007) e Chowdhury et al. (2009) observaram melhor CA

nas aves alimentadas com ácidos orgânicos, em relação ao controle no período de 1 a 35 dias de idade.

Para o período total de criação, 1 a 42 dias, foi possível observar que os aditivos alternativos obtiveram CA similar ao antimicrobiano, com exceção do ácido orgânico, porém nenhum dos tratamentos diferiu do controle. Estes resultados discordam dos descritos por Maiorka et al. (2001) e Khosravi et al. (2010), que observaram melhor conversão alimentar nas aves suplementadas com aditivos alternativos, comparados ao controle no período total de criação. Os índices zootécnicos, viabilidade e eficiência produtiva, não foram alterados ($P>0,05$) pelos tratamentos.

Embora, nesta pesquisa, tenha sido induzido um desafio sanitário natural, com utilização de cama reaproveitada de lote comercial de frangos de corte, houve melhora no desempenho das aves suplementadas com os aditivos melhoradores de crescimento em relação ao controle, somente nas fases pré-inicial e inicial. Entretanto, para o período total de criação não foi verificado melhora no desempenho dos animais.

Em relação à morfometria intestinal foi possível observar que não houve influência dos tratamentos no comprimento dos segmentos do intestino delgado e grosso dos frangos de corte aos 42 dias de idade (Tabela 3).

Com relação à outra variável estudada, o peso relativo do intestino e suas partes foram influenciados pelos tratamentos. Foi possível verificar diferença estatística no peso relativo do segmento de jejuno, bem como do peso relativo do intestino delgado como um todo e peso relativo total do intestino, sendo que o menor peso relativo foi observado nas aves alimentadas com antimicrobiano em relação ao probiótico e prebiótico (Tabela 4).

Tabela 3 - Comprimento dos segmentos do intestino de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos

Tratamentos	Variáveis (cm)							
	Duodeno	Jejuno	Íleo	Ceco	Cólon	Total	ID ⁵	
Controle	28,58	54,71	54,25	33,96	7,46	178,96	137,54	41,42
Antimicrob ¹	29,50	57,50	52,29	33,71	7,83	180,83	139,29	41,54
Probiótico	31,54	59,33	55,25	33,92	8,08	188,12	146,12	42,00
Prebiótico	30,58	56,87	56,08	33,92	7,79	185,25	143,54	41,71
Simbiótico	30,00	58,92	55,79	33,58	7,87	186,17	144,71	41,46
Ác. Org ²	30,25	55,87	55,25	33,17	7,62	182,17	141,37	40,79
Média	30,08	57,20	54,82	33,71	7,78	183,58	142,10	41,49
CV ³ (%)	10,32	13,07	11,50	11,15	10,28	8,02	9,56	9,33
P ⁴	0,298	0,646	0,714	0,995	0,506	0,644	0,622	0,985

¹Antimicrobiano; ²ácido orgânico; ³coeficiente de variação; ⁴probabilidade; ⁵intestino delgado; ⁶intestino grosso

Tabela 4 - Peso relativo¹ dos segmentos do intestino de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos

Tratamentos	Variáveis (%)							
	Duodeno	Jejuno	Íleo	Ceco	Cólon	Total	ID ⁶	
Controle	0,67	1,10 AB	0,96	0,62	0,17	3,51 AB	2,73 AB	0,78
Antimicrob ²	0,64	1,05 B	0,92	0,57	0,14	3,32 B	2,60 B	0,71
Probiótico	0,77	1,19 AB	1,08	0,69	0,16	3,90 A	3,05 A	0,85
Prebiótico	0,71	1,24 A	1,10	0,61	0,15	3,81 A	3,05 A	0,76
Simbiótico	0,68	1,15 AB	1,08	0,57	0,16	3,65 AB	2,91 AB	0,73
Ác. Org ³	0,69	1,14 AB	1,01	0,60	0,16	3,59 AB	2,84 AB	0,75
Média	0,69	1,14	1,03	0,61	0,16	3,63	2,86	0,77
CV ⁴ (%)	15,53	12,35	16,92	25,83	22,04	10,19	10,47	22,38
P ⁵	0,063	0,029	0,055	0,490	0,440	0,004	0,002	0,476

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹% em relação ao peso vivo; ²antimicrobiano; ³ácido orgânico; ⁴coeficiente de variação; ⁵probabilidade; ⁶intestino delgado; ⁷intestino grosso

Os antimicrobianos agem tanto em microrganismos patogênicos quanto sobre os benéficos diminuindo a população bacteriana em geral (Anderson et al., 1999). Esse

modo de ação sobre os microrganismos presentes no intestino pode proporcionar menor fermentação microbiana e diminuir a produção de ácidos graxos de cadeia curta que fornecem boa parte da energia exigida para o desenvolvimento dos enterócitos (Lin & Visek, 1991). Assim, segundo Costa et al. (2007) a menor produção de ácidos graxos voláteis pode acarretar em menor taxa de replicação celular no epitélio intestinal de frangos de corte que recebem antimicrobianos na dieta, ocasionando redução dos pesos relativos dos intestinos.

Resultados diferentes foram descritos por Boratto et al. (2004), que não encontraram influência dos tratamentos, probiótico, homeopatia e antibiótico sobre o peso relativo total do intestino em aves inoculadas ou não com *Escherichia coli* aos 42 dias de idade.

Não foi observada influência dos tratamentos na morfometria das diferentes túnicas que compõem a parede intestinal sendo elas, mucosa, submucosa, muscular circular interna e muscular longitudinal externa, em nenhum dos segmentos do intestino delgado (Tabela 5).

Entretanto, de maneira contraditória, Pelicano et al. (2003), Pelicano et al. (2007), Oliveira et al. (2009) e Panda et al. (2009) observaram efeitos positivos dos aditivos alternativos aos antimicrobianos melhoradores de desempenho sobre a morfometria da mucosa do intestino delgado, levando em consideração a altura de vilos e profundidade de criptas de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Tabela 5 - Espessura (μm) das diferentes túnicas constituintes da parede do intestino delgado e ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com aditivos alternativos aos antimicrobianos

Variáveis (μm)	Tratamentos						CV ³ (%)
	Controle	Antimicrob ¹	Probiótico	Prebiótico	Simbiótico	Ác. Org ²	
Duodeno							
Mucosa	2128,97	2138,28	2250,84	2266,60	2278,46	2270,32	12,14
Submucosa	31,49	35,72	30,39	33,47	30,46	29,64	26,53
M. Interna	241,89	276,68	240,19	237,67	271,26	242,91	24,68
M. Externa	83,90	89,31	73,26	87,43	87,10	90,51	31,99
Jejuno							
Mucosa	1928,69	2026,91	1892,92	2059,91	2004,80	2070,36	11,76
Submucosa	27,69	22,65	22,10	20,82	20,36	19,88	28,05
M. Interna	279,68	258,04	296,06	296,64	266,78	274,48	21,40
M. Externa	88,47	76,95	81,48	93,42	81,91	89,61	28,38
Íleo							
Mucosa	1372,76	1459,13	1354,28	1471,27	1395,44	1477,17	13,15
Submucosa	25,68	28,57	26,53	25,71	25,78	21,28	21,26
M. Interna	321,49	341,49	346,51	348,74	337,32	330,21	20,83
M. Externa	111,62	112,47	107,93	133,09	110,97	109,70	21,04
Ceco							
Mucosa	346,97	373,87	370,68	355,99	375,53	365,72	15,23
Submucosa	26,78	26,78	28,48	25,47	24,57	23,98	21,09
M. Interna	452,09	490,90	494,86	543,11	483,80	484,31	20,17
M. Externa	85,68 b	84,53 b	95,55 ab	120,44 a	91,24 b	98,01 ab	22,31

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)
¹Antimicrobiano (enramicina); ²Ácido orgânico; ³Coeficiente de variação; M = muscular

Com relação à morfometria das diferentes túnicas do ceco, foi possível verificar influência ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a camada muscular longitudinal externa, sendo a maior espessura observada nas aves suplementadas com prebiótico (MOS) (Tabela 6 e Figura 1). Oliveira et al. (2008 a) em seu estudo sobre o efeito do MOS e de complexo enzimático sobre a morfometria do intestino delgado de frangos de corte, também verificaram espessamento da muscular longitudinal externa, porém de duodeno,

ao mesmo tempo que uma redução dessa espessura foi constatada quando as aves foram suplementadas com dietas adicionadas com complexos enzimáticos. Estes mesmos autores relatam que, sendo a camada muscular responsável pela atividade peristáltica do intestino, a maior fermentação e produção de ácidos graxos de cadeia curta promovidos pela adição de MOS na dieta podem ter resultado em efeitos estimulatórios nessa túnica.

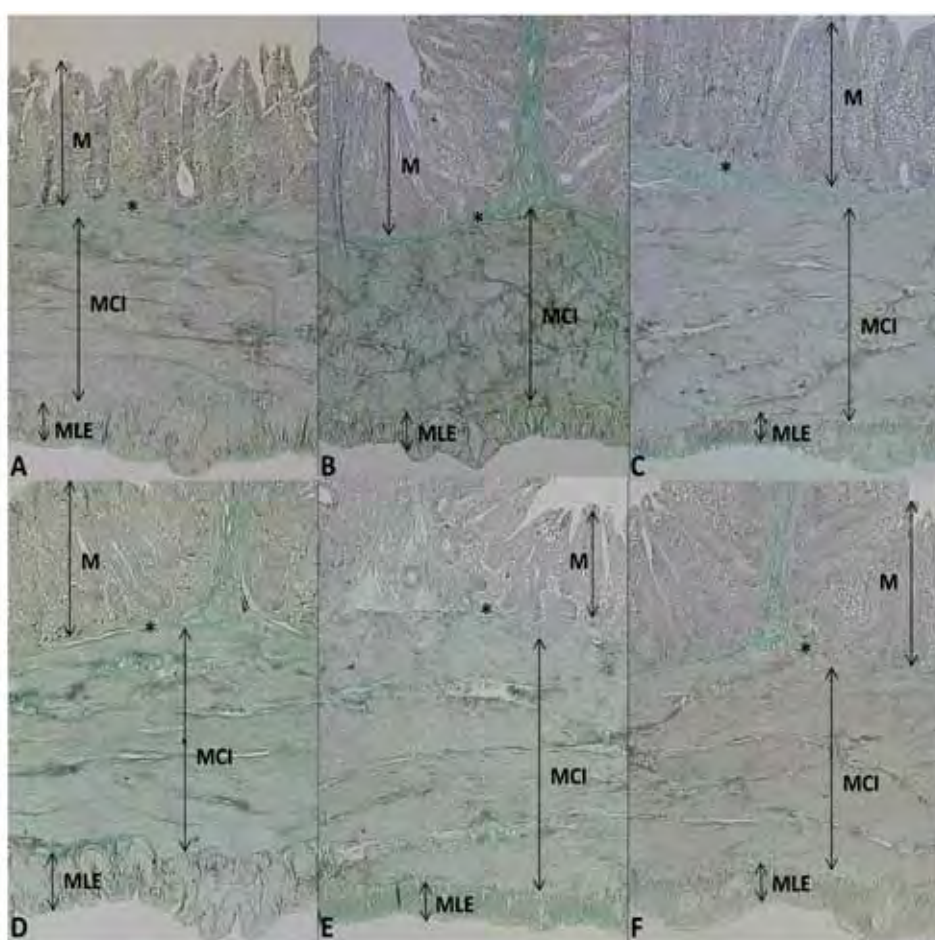


Figura 1 – Fotomicrografia da parede intestinal do ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A: tratamento controle; B: antimicrobiano; C: probiótico; D: prebiótico; E: simbiótico e F: ácido orgânico. Observar as túnicas: mucosa (M); submucosa (*); muscular circular interna (MCI); muscular longitudinal externa (MLE). Tricrômico de Masson, 10x.

Ainda através da análise de morfometria das diferentes túnicas da parede intestinal foi possível observar que altura das vilosidades não é a mesma ao longo do intestino

delgado, sendo normalmente mais longas no duodeno, intermediárias no jejuno e mais curtas no íleo. As três regiões do intestino delgado também diferem quanto à espessura de suas paredes, devido à diferença na altura dos vilos e espessura da túnica muscular, especialmente a muscular circular interna. Assim, a parede do duodeno é mais espessa que a do jejuno e, a do jejuno, mais espessa que a do íleo.

Além disso, por meio da microscopia de luz, foi possível verificar algumas particularidades na túnica mucosa e submucosa do intestino delgado dos frangos de corte conforme segue. Segundo Samuelson (2007), a túnica mucosa é constituída por epitélio simples, lâmina própria e pela muscular da mucosa. A muscular da mucosa fica na base das vilosidades, sendo que uma pequena extensão desta camada se ramifica verticalmente, percorrendo toda a extensão do centro da vilosidade. Esta camada normalmente é constituída por duas delgadas túnicas de músculo liso, responsáveis pela mobilidade da mucosa. No entanto neste estudo foi possível observar que a muscular da mucosa do intestino delgado de frangos de corte é bem espessa, se comparada a de outros animais como a maioria dos mamíferos.

Já a túnica submucosa, segundo Samuelson (2007) suporta fisicamente a mucosa e fornece a esta um suprimento vascular, nervoso e linfático. Além disso, em algumas regiões do intestino, a submucosa abriga glândulas. Estas glândulas submucosas tendem a ser mais proeminentes dentro da porção mais proximal do intestino delgado das espécies domésticas de pequeno porte. Entretanto, nos grandes ruminantes, suínos e equídeos, estas glândulas podem existir por quase toda a extensão da submucosa intestinal. Outro aspecto bastante relevante observado neste estudo foi verificar que a túnica submucosa do intestino delgado de frangos de corte é menos proeminente e não possui glândulas submucosas, as chamadas glândulas de Brunner.

Com relação à integridade da mucosa intestinal, avaliada através da microscopia eletrônica de varredura e quanto à perda de epitélio, presença de muco e organização das vilosidades, não foi observada diferença entre os tratamentos nos segmentos de duodeno, jejuno, íleo e ceco. Entretanto, independente dos tratamentos foi possível verificar que no duodeno as vilosidades apresentavam-se mais esparsas e em formato de folha. O jejuno e o íleo apresentavam maior densidade de vilos, sendo estes em formato de língua e arranjados em forma de ziguezague (Figura 2). Estas observações corroboram com outros trabalhos da literatura como os descritos por Yamauchi & Isshiki (1991); Pelicano et al. (2003); Van Leeuwen et al. (2004).

Segundo estes mesmos autores, a organização em ziguezague entre os vilos pode possibilitar uma estrutura mais eficiente na absorção de nutrientes se comparado aos vilos em uma organização aleatória, pois o caminho percorrido pelo bolo alimentar seria maior no fluxo em ziguezague, possibilitando assim, um maior contato entre os nutrientes e a superfície do epitélio intestinal.

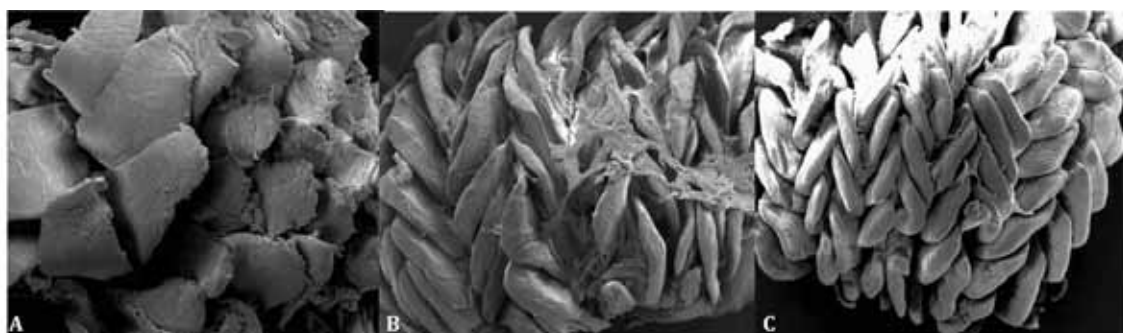


Figura 2 – Eletromicrografia de varredura da superfície da mucosa do intestino delgado de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A: duodeno com vilos em forma de folhas, B: Jejuno e C: íleo, ambos com vilos em forma de língua (100x)

Ao avaliar o segmento do intestino grosso coletado, o ceco, através da microscopia óptica e eletrônica de varredura, não foi possível visualizar a presença de

vilos, mas somente a presença de criptas na porção coletada (porção média do ceco direito). Além da presença de criptas, nesta região, também foi possível visualizar a presença de pregas circulares que estabelecem as conhecidas válvulas de Kerckring, e que são evaginações da mucosa e parte da submucosa (Figura 3 e 4).

Segundo Boleli et al. (2002), no ceco dos frangos de corte, as vilosidades reduzem de tamanho desde sua base até desaparecem no ponto mais distal, o ápice. Portanto, a maior extensão da mucosa do ceco está constituída essencialmente por longas glândulas tubulares simples não ramificadas, as chamadas glândulas de Lieberkühn ou criptas.

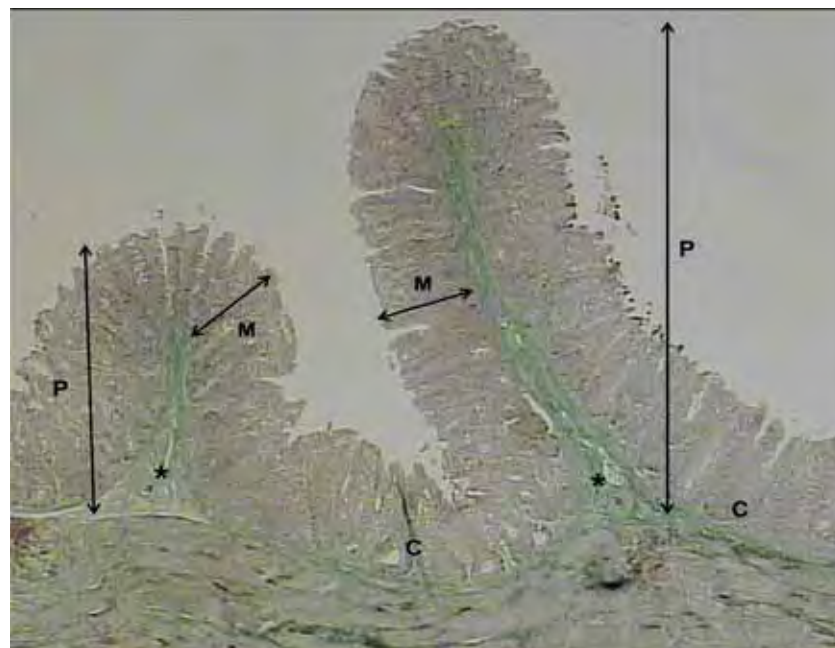


Figura 3 – Fotomicrografia da porção média do ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade. Observar que a túnica mucosa (M) apresenta somente criptas (C) e que há presença de pregas (P), que são evaginações de parte da mucosa e submucosa (*). Tricrômico de Masson, 5x.

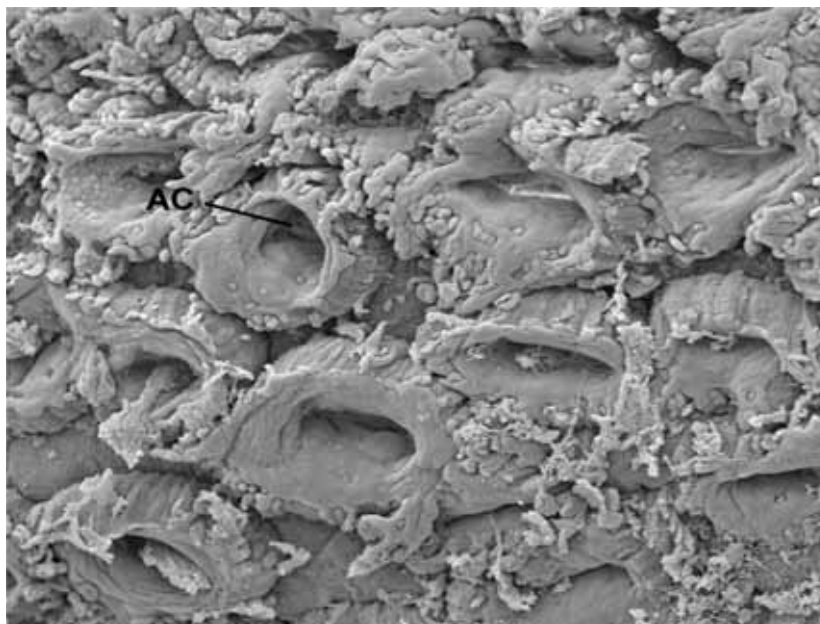


Figura 4 – Eletromicrografia de varredura da superfície da túnica mucosa da porção média do ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade. Observar as aberturas das criptas (AC), 800x

CONCLUSÕES

Os aditivos avaliados melhoram o desempenho dos frangos de corte na fase inicial de criação. Entretanto, no período total de criação, e nas condições em que o experimento foi realizado, estes aditivos não melhoram o desempenho e a integridade intestinal das aves.

REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, D.B.; McCracken, V.J.; AMINOV, R.I. et al. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. **Pigs News Information**, v.20, p.115-122, 1999.
- ALBINO, L.F.T.; FERES, F.A.; DIONIZIO, M.A. et al. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.742-749, 2006.
- APPELT, M.D.A.; NUNES, R.V.; POZZA, P.C. et al. Níveis de probiótico em rações de origem animal e vegetal para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.765-771, 2010.
- BEHMER, O.A; TOLOSA, E.M.C.; FREITAS NETO, A.G. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. 2.ed. Barueri: Editora Manole, 2003. 331p.
- BELLAVER, C.; SCHEUERMANN, G. Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte. In: CONFERÊNCIA AVESUI, 2004, Florianópolis. **Anais...** Itu: Gessulli, 2004. p.1-16.
- BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 2002. cap.5, p.75-95.
- BORATTO, A.J.; LOPES, D.C.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Uso de antibiótico, de probiótico e de homeopatia em frangos de corte criados em ambiente de conforto, inoculados ou não com *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1477-1485, 2004.
- CHOWDHURY, R.; ISLAM, K.M.S.; KHAN, M.J. et al. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. **Poultry Science**, v.88, n.8, p.1616-1622, 2009.
- COSTA, L.B.; TSE, M.L.P; MIYADA, V.S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.589-595, 2007.
- EDENS, F.W. An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, n.2, p.75-97, 2003.
- GODOI, M.J.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Utilização de aditivos em rações formuladas com milho normal e de baixa qualidade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1005-1011, 2008.
- IJI, P.A.; SAKI, A.A.; TIVEY, D.R. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, n.12, p.1186-1192, 2001.

- KHOSRAVI, A.; BOLDAJI, F.; DASTAR, B. et al. Immune response and performance of broiler chicks fed protexin and propionic acid. **International Journal of Poultry Science**, v.9, n.2, p.188-191, 2010.
- LIN, H.C.; VISEK, W.J. Colon mucosal cell damage by ammonia in rats. **Journal of Nutrition**, v.121, p.887-893, 1991.
- MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SUGETA, S.M. et al. Utilização de prebióticos, probióticos ou simbióticos em dieta para frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, p.75-82, 2001.
- MEURER, R.F.P.; LEAL, P.C.; ROCHA, C. et al. Evaluation of the use of probiotics in diets with or without growth promoters for broiler chicks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2687-2690, 2010.
- OLIVEIRA, M.C.; CANCHERINI, L.C.; MARQUES, R.H. et al. Mananoligossacarídeos e complexo enzimático em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.879-886, 2009.
- OLIVEIRA, M.C.; MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A. et al. Morfometria do intestino delgado de frangos tratados com dietas adicionadas de mananoligossacarídeo e complexo enzimático. **Revista Biotemas**, v.21, n.3, p.135-142, 2008 a.
- OLIVEIRA, M.C.; RODRIGUES, E.A.; MARQUES, R.H. et al. Performance and morphology of intestinal mucosa of broilers fed mannan-oligosaccharides and enzymes. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.442-448, 2008 b.
- PANDA, A.K.; RAO, S.V.R.; RAJU, M.V.L.N. et al. Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens. **Assian-Australasian Journal Animal Science**, v.7, p.1026-1031, 2009.
- PAZ, A.S.; ABREU, R.D.; COSTA, M.C.M.M. et al. Aditivos promotores de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.395-402, 2010.
- PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. et al. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.98, n.547, p.125-134, 2003.
- PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. et al. Morphometry and ultra-structure of the intestinal mucosa of broilers feed different additives. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, n.3, p.173-180, 2007.
- RAMOS, L.SN.; LOPES, J.B.; SILVA, S.M.M.S. et al. Desempenho e histomorfometria intestinal de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade recebendo

- melhoradores de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1738-1744, 2011.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV - Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SALAZAR, P.C.R.; ALBUQUERQUE, R.; TAKEARA, P. et al. Efeito dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.45, n.6, p.463-471, 2008.
- SAMUELSON, D.A. Tratado de Histologia Veterinária. In:_. **Sistema digestório I: cavidade oral e canal alimentar**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p.324-340.
- SANTOS, J.R.G.; TURNES, C.G. Probióticos em avicultura. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.741-747, 2005.
- SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.983-990, 2003.
- VAN LEEUWEN, P.; MOUWEN, J.M.V.; VAN DER KLIS, J.D. et al. Morphology of de small intestinal mucosal surface of broilers in relation to age, diet formulation, small intestinal microflora and performance. **British Poultry Science**, v.45, p.41-48, 2004.
- VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1097-1104, 2007.
- VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L., TORRES, C.A. et al. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.296-302, 2008.
- YAMAUCHI, K; ISSHIKI,Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing white leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, v.32, n.1, p.67-78, 1991.

CAPÍTULO 3

IMPLICAÇÕES

IMPLICAÇÕES

Nos últimos anos, o papel dos antimicrobianos utilizados na forma de promotores de crescimento na emergência de bactérias resistentes em humanos vem sendo discutido. Apesar dos debates intensos, pesquisadores e profissionais da área de produção animal têm opiniões e visões divergentes quanto ao risco associado ao uso destes compostos.

Entretanto, em função destas discussões, e com base no “princípio da precaução”, diversos países determinaram a proibição desta forma de utilização dos antimicrobianos na produção animal.

Neste sentido, pesquisas com aditivos alternativos cresceram visando à busca de produtos que mantenham a integridade do trato gastrointestinal, pois sabe-se que este em equilíbrio e íntegro consegue de forma mais eficiente absorver nutrientes e impedir a fixação e multiplicação de agentes patogênicos na mucosa intestinal, prevenindo desta forma a instalação de doenças entéricas e consequentemente melhorando o desempenho, diminuindo a mortalidade e a contaminação dos produtos de origem animal.

As pesquisas com aditivos probióticos, prebióticos, simbióticos e ácidos orgânicos, como a do presente estudo, ainda observam resultados muito contraditórios. A discrepância dos resultados pode ser decorrente das diferentes composições de microrganismos e cepas, no caso dos probióticos, ou devido a diferentes combinações de tipos e formas de ácidos. No geral, os métodos de preparação dos produtos, níveis de inclusão, formas de administração e condições ambientais também influenciam nos resultados.

Outro fator que interfere nos resultados dos testes com aditivos alternativos, e possivelmente observados neste estudo, são os desafios sanitários, ambientais e de manejo impostos aos animais criados em centros experimentais, os quais são muito diferentes da realidade das criações comerciais dificultando na maioria das vezes a observação do real efeito destes aditivos.

Neste experimento, foi utilizado como desafio sanitário a cama reaproveitada de lote comercial de frangos de corte, com objetivo de simular as condições mais próximas da realidade das granjas comerciais. Entretanto, os resultados encontrados mostraram que nas condições em que o experimento foi conduzido, os aditivos testados não melhoraram o desempenho de frangos de corte aos 42 dias de idade e que não foi

possível verificar influência dos aditivos na morfometria e integridade intestinal das aves quando comparadas com o uso de dietas com antimicrobianos ou até quando nenhum aditivo foi utilizado na dieta.

Portanto, sugerem-se mais pesquisas sobre a influência destes aditivos no desempenho e integridade intestinal de animais criados em condições mais similares às encontradas na produção avícola comercial.