

JESSICA LIMA SILVA

AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E MORFOMÉTRICA DO JEJUNO, E ZOOTÉCNICA
DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM BUTIRATO DE CÁLCIO
MICROENCAPSULADO

RECIFE
2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA E FISIOLOGIA ANIMAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCIÊNCIA ANIMAL

AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E MORFOMÉTRICA DO JEJUNO, E ZOOTÉCNICA
DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM BUTIRATO DE CÁLCIO
MICROENCAPSULADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência final para obtenção do grau de mestre em Biociência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Evêncio Neto

RECIFE
2015

Ficha catalográfica

S586a Silva, Jessica Lima
Avaliação morfológica e morfométrica do jejuno, e
zootécnica de frangos de corte suplementados com butirato
de cálcio microencapsulado / Jessica Lima Silva. – Recife,
2015.
55 f. : il.

Orientador: Joaquim Evêncio Neto.
Dissertação (Mestrado em Biociência Animal) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Morfologia e Fisiologia Animal, Recife, 2015.
Referências.

1. Avicultura 2. Nutrição 3. Desempenho I. Evêncio Neto,
Joaquim, orientador II. Título

CDD 636.089

AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E MORFOMÉTRICA DO JEJUNO, E ZOOTÉCNICA
DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM BUTIRATO DE CÁLCIO
MICROENCAPSULADO

Dissertação Elaborada e Apresentada por
JESSICA LIMA SILVA

Aprovada em 24/02/2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. JOAQUIM EVÊNCIO NETO – Presidente
Departamento de Morfologia e Fisiologia animal / DMFA / UFRPE

Profa. Dra. JULIANA PINTO DE MEDEIROS
Departamento de Histologia e Embriologia / UFPE

Profa. Dra. LÍGIA REIS DE MOURA ESTEVÃO
PNPD / CAPES / UFRPE

Prof. Dr. FABRÍCIO BEZERRA DE SÁ
Departamento de Morfologia e Fisiologia animal / DMFA / UFRPE

DEDICATÓRIA

Dedico, primeiramente, ao Senhor Deus, pois sem ele não sou nada.

Aos Meus Pais, que são minha fonte de inspiração, por todo amor, carinho,
dedicação e confiança.

Aos meus irmãos, pela confiança e apoio.

Com carinho e gratidão,

DEDICO.

AGRADECIMENTO

A Deus, por ter guiado minhas decisões, sua presença me fez transpor as dificuldades e não deixar o entusiasmo diminuir.

Agradeço eternamente aos meus pais, Antônia e José, minha caminhada foi mais leve e alegre com o apoio, dedicação, carinho e amor de vocês, tudo que tenho em minha vida devo primeiramente a Deus e segundo a você. À minha família, em especial aos meus irmãos Fernando e Juliana e aos meus sobrinhos Gabriel, Gustavo e Matheus meus pequenos amores.

Ao Professor Joaquim Evêncio Neto, meu orientador, pelos ensinamentos, confiança e paciência em todos esses anos.

À minha tia Gercina e meus primos Rafaela, Junior e Jacilene, por todo carinho, força e apoio.

À todos os amigos do laboratório conquistados ao longo dos anos, mas em especial aos meus queridos amigos Danielle Dutra, Leandro Aguiar, Danielle Pessoa, Jeine Emanuelle, Mariana Rêgo, Renata Felix, Fabiana Felix, Ana Kely, Priscila Oliveira, Marcela Vieira, Jaciel Benedito, Thais Almeida, Josenaldo Macedo (Joca) e Vitor Caiaffo, que até aqui muito me ajudaram.

À Maria Edna e Priscilla Rocha, pela amizade, ajuda e força na realização deste projeto, meu muito Obrigado.

À minha querida amiga e irmã Wanessa Noadya, por amizade, força, apoio e confiança. Você é uma pessoa muito importante na minha vida.

Ao meu querido namorado Clayton Andrade por todo carinho, incentivo e força.

Às minhas amigas Marie Borges, Salete Inês, Thamyres Bruna e Joanilda Barbosa, pela amizade, apoio e carinho.

A todos que trabalham da Estação Experimental de Pequenos Animais de Carpina (EEPAC) da UFRPE.

À equipe da fábrica de ração da empresa Tekalimentos, em especial ao Gerente de Produção Afrânio Henrique por toda ajuda nos dada.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, deram sua contribuição para que este trabalho pudesse ser concluído.

A todos um grande muito OBRIGADA!

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.

Charles Chaplin

SUMÁRIO

Capítulo I

RESUMO	06
ABSTRACT	07
LISTA DE FIGURAS	08
LISTA DE TABELAS	09
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo geral	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. REVISÃO DE LETERATURA	14
3.1. SISTEMA DIGESTÓRIO DAS AVES	14
3.2. USO DE ANTIMICROBIANOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO	20
3.3. ÁCIDOS ORGÂNICOS	22
3.3.1. Características gerais	22
3.3.2. Mecanismo de ação	23
3.3.3. Uso de sais de ácidos orgânicos	26
3.3.4. Utilização dos ácidos orgânicos nas dietas das aves	27
3.3.5. Efeito dos ácidos orgânicos na morfometria intestinal	27
3.3.6. Butirato de cálcio	28
4. SISTEMA IMUNOLÓGICO	29
5. REFERÊNCIAS	31

Artigo Científico

Morfometria do Jejuno e Desempenho de frangos de corte suplementados com Butirato de Cálcio microencapsulado na dieta até 21º dias de idade.	38
Anexo I – Carta de aprovação da Comissão de Ética no uso de animais	51

RESUMO

Com o objetivo de atingir a máxima eficiência na produção de frangos de corte, a indústria avícola tem buscado várias alternativas como, por exemplo, melhorias no manejo, intenso controle sanitário e, principalmente, a utilização de aditivos nas rações. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos morfológicos e morfométricos do jejuno, e zootécnicos de frangos de corte suplementados com butirato de cálcio microencapsulado. Para tanto, foram utilizados 240 pintinhos com um dia de vida, alojados em 8 boxes experimentais, com 30 aves cada, e duas rações experimentais - Controle: Ração sem suplementação de butirato de cálcio; Tratado (Butirato de Cálcio): Ração com suplementação de butirato de cálcio, com quatro períodos de coleta: 1, 7, 14 e 21 dias de idade. A cada semana, duas aves por parcela experimental foram pesadas e eutanasiadas por deslocamento cervical e coletados fragmentos de jejuno. As amostras foram pesadas e fixadas em solução de formol neutro a 10% por 24 horas, processadas por técnica histológica de rotina para parafina e coradas por Hematoxilina-Eosina. As análises morfométricas foram realizadas em quatro aves por parcela experimental, através de medições realizadas em imagens digitais obtidas em objetiva de 10x. Também foram avaliados os índices de desempenho zootécnico, tais como: conversão alimentar, ganho de peso diário, consumo diário de ração e a viabilidade das dietas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) do programa SAS, e as médias comparadas entre si pelo método de Tukey a 5% de significância. Sendo assim, a suplementação com Butirato de cálcio microencapsulado na dieta de frangos de corte na fase inicial de produção (até 21 dias de idade), melhorou os aspectos zootécnicos (ganho de peso diário, viabilidade, conversão alimentar e consumo de ração diária). Observamos também que nos aspectos morfológicos as aves suplementadas com o butirato de cálcio apresentaram uma melhor conservação das vilosidades, principalmente aos 21 dias de idade, sendo recomendado o seu uso visando à melhoria na absorção intestinal e consequentemente no desempenho animal. Sendo a adição de butirato de cálcio na ração uma opção viável na produção de frangos de corte.

Palavras-chaves: Ácidos orgânicos, frango de corte, morfologia

ABSTRACT

With the purpose to reach maximum efficiency in the production of broiler chickens, the poultry industry has been trying several alternatives, for example, better management, intense sanitary control and, especially, the use of additives in the rations. This study aimed to evaluate the morphological and morphometric aspects of the jejunum, and zootechnical of broilers chickens supplemented with calcium butyrate microencapsulated. Thus, we used 240 chickens with a day of life, housed in 8 experimental boxes with 30 chickens each, and two experimental diets - Control: Feed without supplementation of calcium butyrate; Treaty (Calcium butyrate): Feed calcium butyrate supplementation with four sampling periods 1, 7, 14 and 21 days of age. Each week, two birds per experimental plot were weighed and euthanized by cervical dislocation and jejunum collected fragments. The samples were weighed and fixed in neutral formalin solution to 10% for 24 hours, processed by routine histological technique to paraffin and stained with hematoxylin-eosin. The morphometric analyzes were performed in four animals per experimental plot by measurements performed on digital images obtained at 10x objective. We also evaluated the growth performance indexes, such as feed conversion, daily gain, feed intake and viability of diets. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) of the SAS program, and means compared by Tukey method the 5% significance level. Therefore, supplementation with calcium butyrate microencapsulated in broiler diet in the production of early stage (21 days old), improved husbandry aspects (average daily gain, feasibility, feed conversion and consumption of daily ration). We also observed that the morphology of the birds supplemented with calcium butyrate showed better conservation of the villi, especially at 21 days of age, and recommended its use in order to improve intestinal absorption and consequently animal performance. Since the addition of calcium butyrate in the feed in a viable option broiler production.

Keywords: organic acids, broiler chickens, morphology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aparelho digestivo das aves.....	16
Figura 2 - Representação esquemática da anatomia da parede do intestino delgado num corte transversal.....	17
Figura 3 - Diminuição da área de absorção intestinal por perda de enterócitos maduros da extremidade das vilosidades.....	19
Figura 4 - Esquema da ação dos ácidos orgânicos em bactérias gram negativas.....	26

Artigo Científico.

Figura 1: Fotomicrografias do jejuno de aves onde se observa (setas): vilosidades (A), altura da vilosidade (B), largura da vilosidade (C) e distância entre vilosidades (D) aos 21 dias de idade. Coloração: H. E.....	47
Figura 2: Fotomicrografias do jejuno de aves onde se observa (setas) a altura da vilosidade do grupo tratado com o butirato de cálcio (A) em relação ao grupo controle (B) aos 21 dias de idade. Coloração: H. E.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Propriedades dos ácidos orgânicos utilizados como acidificantes na dieta das aves	27
---	----

Artigo Científico.

Tabela 1 - Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar nos períodos de 1 a 7, 7 a 14 e 14 a 21 dias de vida dos frangos de corte.....	45
---	----

Tabela 2 - Altura, largura e distância das vilosidades, da porção do intestino delgado (jejuno), de frangos de corte que receberam ou não dietas suplementadas com butirato de cálcio aos 7 dias de idade.	46
---	----

Tabela 3 - Altura, largura e distância das vilosidades, da porção do intestino delgado (jejuno), de frangos de corte que receberam ou não dietas suplementadas com butirato de cálcio aos 14 dias de idade.	47
--	----

Tabela 4 - Altura, largura e distância das vilosidades, da porção do intestino delgado (jejuno), de frangos de corte que receberam ou não dietas suplementadas com butirato de cálcio aos 21 dias de idade.	47
--	----

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira vem se desenvolvendo de forma expressiva nos últimos anos, registrando altos índices de crescimento e produtividade, se destacando no cenário mundial como uma das mais importantes, produzindo cerca de 12,30 milhões de toneladas de carne de frango no ano de 2013. Desta forma, o Brasil manteve-se como o terceiro maior produtor mundial de carne, atrás apenas de Estados Unidos, que produziu 16.976 milhões, e China, com 13.350 milhões de toneladas (UBABEF, 2014).

O consumo per capita no país atingiu 41,80 kg/habitante/ano, sendo que do volume total produzido, cerca de 69% foi destinado ao consumo interno, enquanto 31% foram para as exportações (UBABEF, 2014).

Segundo Patricio et al. (2012), o crescimento da produção de aves é conferido principalmente ao aperfeiçoamento de técnicas de manejo, melhoria no controle sanitário, ambiência das instalações, melhoramento genético, nutrição e alimentação.

Bellaver e Scheuermann (2004) apontam que a globalização da avicultura tem ocasionado mudanças importantes na produção de frangos, e que o comércio internacional de produtos finais vem acompanhado da crescente influência da opinião pública, a qual é formada por pressão de grupos organizados, televisão, acesso à Internet, entre outros aspectos.

A intensificação da produção de aves exige a utilização de antimicrobianos para manter os altos níveis produtivos. Porém, o uso destas substâncias tem sido alvo de recentes proibições pelos mercados importadores de carne de frango (PASQUALI et al., 2014).

Por várias décadas, os antimicrobianos (antibióticos e quimioterápicos) promotores de crescimento foram utilizados em dietas para promover melhora de desempenho produtivo, mas o uso destas substâncias na alimentação das aves tem sido visto como um fator de risco para a saúde humana, principalmente em decorrência de contestações como a presença de resíduos dos antimicrobianos na carne, nos ovos e no leite e indução da resistência cruzada para bactérias patógenas em humanos (SEAL et al., 2013).

Pasquali et al. (2014), citam que, a partir disto surgiram restrições e novas regulamentações quanto ao uso de antibióticos e quimioterápicos na alimentação animal. Na União Europeia, por exemplo, o uso de qualquer tipo de antimicrobiano promotor de crescimento (APC) na nutrição animal foi totalmente banido em janeiro de 2006. Eles alegam que o uso de APC em níveis subterapêuticos nas rações levaria os animais a se transformarem em reservatórios de bactérias resistentes, capazes de transferirem essa resistência a bactérias patogênicas para o homem.

Existem substâncias como os probióticos, prebióticos, enzimas, ácidos orgânicos e extratos vegetais que são aditivos alternativos, estes que podem ser eventuais substitutos dos antibióticos, capazes de melhorar os índices produtivos dos animais, como consequência do controle das doenças entéricas subclínicas, modulação da microbiota intestinal ou modulação do sistema imune intestinal. Entretanto, nenhuma das alternativas tem sido tão eficiente quanto os antimicrobianos melhoradores de desempenho, e, em geral têm mostrado resultados variáveis (NIEWOLD, 2007).

A maturidade do trato gastrointestinal e o estabelecimento precoce da microbiota intestinal podem ser estimulados pela suplementação exógena de nutrientes ou aditivos (GUILLOT, 2000) promovendo maior desempenho dos pintos de corte. Dentre os produtos que podem ser considerados fatores tróficos para induzir a maturidade do trato gastrointestinal estão os probióticos e prebióticos (MAIORKA et al., 2001) e acidificantes orgânicos (RICKE, 2003).

Como um dos exemplos citados, os ácidos orgânicos, utilizados em dietas de frangos de corte apresentam como um de seus objetivos, realizar uma ação inibitória sobre o desenvolvimento de microrganismos, patógenos, ou seja, atua como uma barreira para impedir que os animais sejam acometidos por qualquer tipo de doença voltada ao sistema digestório (RICKE, 2003).

Oliveira et al. (1996), sugeriu o uso de ácidos orgânicos em dietas de aves, com o objetivo de diminuir a contaminação por bactérias em que a utilização desses aditivos também tem sido recomendada com o intuito de controlar a presença de fungos nas rações.

Os ácidos orgânicos tem um efeito antibacteriano específico à semelhança dos antibióticos, principalmente para ácidos orgânicos de cadeia curta, sendo particularmente efetivos contra *E. coli*, *Salmonella sp* e *Campylobacter* (DIBNER e

BUTTIN, 2002; RICKE, 2003). Por se tratar de uma substância que facilita a colonização do trato gastrointestinal (TGI) pelas bactérias úteis, promovendo um amadurecimento mais rápido da mucosa do intestino delgado de pintos (JANSSENS e NOLLET, 2002).

O butirato microencapsulado influencia a parte posterior do trato gastrointestinal (VAN IMMERSEEL et al., 2004), enquanto que este composto não protegido, apenas afetará diretamente a parte proximal do trato digestivo (THOMPSON e HINTON, 1997).

A utilização de ácidos orgânicos em dietas de frangos há necessidade de adaptações, visto que existem diferenças anatômicas e fisiológicas essenciais nos sistemas digestivos das aves. Devem ser considerados os aspectos ligados aos menores comprimento e tempo de passagem do alimento no trato digestivo das aves, a maior capacidade secretória de pepsinogênio e ácido clorídrico no proventrículo (RUTZ, 1994), a atividade das enzimas desde o primeiro dia de vida (PROTECTED, 2004) e ainda devido à capacidade de refluxo de alimentos para adicioná-los de doses extras de enzimas e ácido clorídrico (KLASING, 1998).

Sendo assim, a modernização mundial da indústria avícola junto às tendências de consumo em busca de alimentos seguros, que atendam as exigências dos países importadores da carne de frango brasileira, faz com que os ácidos orgânicos sejam uma alternativa em substituição ao uso de antibióticos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar os aspectos morfológicos e morfométricos do jejuno, e zootécnicos de frangos de corte suplementados com butirato de cálcio microencapsulado.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar os aspectos zootécnicos (ganho de peso diário, viabilidade, conversão alimentar e consumo de ração diária) de frangos de corte suplementados com butirato de cálcio microencapsulado até os 21 dias de idade;

Avaliar os aspectos morfológicos e morfométricos do jejuno de frangos de corte suplementados com butirato de cálcio microencapsulado nos períodos de 7, 14 e 21 dias;

Avaliar se a utilização do butirato de cálcio é viável na produção de frangos de corte.

3. REVISÃO DE LITERATURA

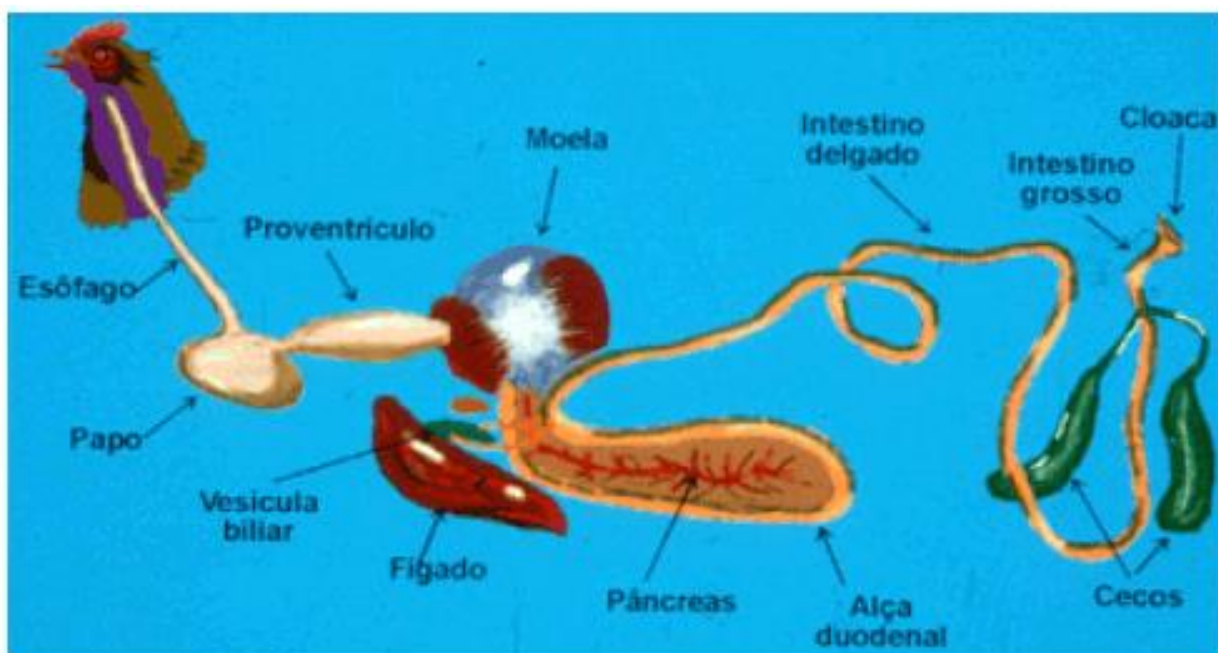
3.1. SISTEMA DIGESTÓRIO DAS AVES

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 a prevenção de enfermidades entéricas (BONELI et al., 2002).

Ito et al. (2004), cita que o sistema digestório corresponde a um tubo por onde o alimento ingerido passa, sendo digerido e absorvido para ser incorporado ao organismo animal.

Segundo Dyce (1997), o Sistema Digestório das aves é constituído pela orofaringe, esôfago, estômago, duodeno, jejuno, íleo, cecos pares e cólon e reto, e este último termina na cloaca, que também serve ao Sistema Urogenital. As aves não possuem palato mole nem uma constrição nítida separando a boca da faringe (Figura 1). Portanto, orofaringe indica a cavidade combinada que se estende do bico ao esôfago.

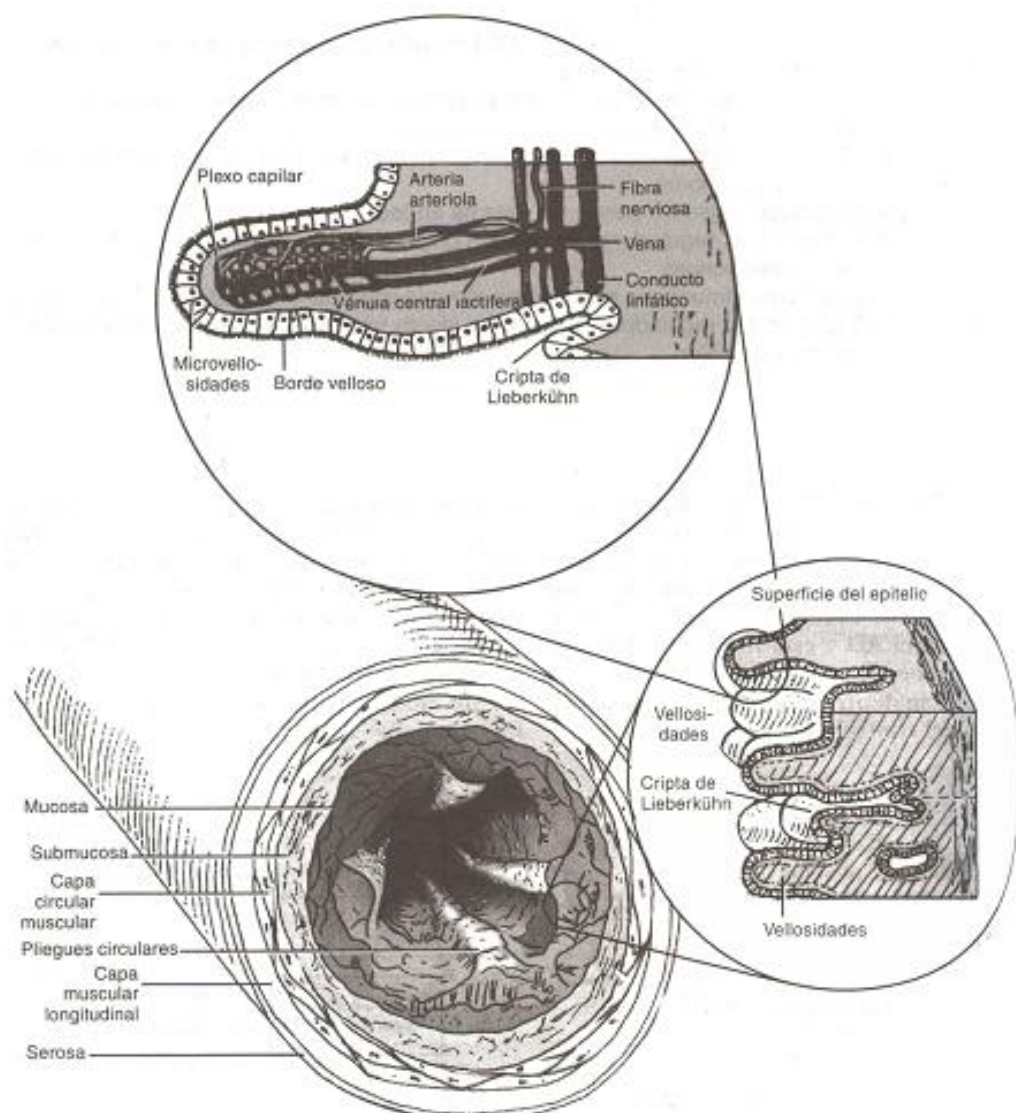
Figura 1. Representação esquemática do aparelho digestório das aves (MORAN, 1982).



Artoni (2004) e Reece (2006) descrevem o trato gastrointestinal das aves como um tubo oco e fibromusculoso que se estende da boca à cloaca, com algumas estruturas acessórias, desempenhando as funções de ingestão, trituração, digestão e absorção de nutrientes essenciais aos processos metabólicos, pela corrente sanguínea, que os transporta para todos os órgãos e tecidos, bem como a eliminação dos resíduos sólidos através de suas fezes.

Boleli et al. (2002), descrevem os órgãos tubulares do sistema digestório das como um modelo estrutural básico, constituído por quatro túnicas concêntricas, com características histológicas e funcionais distintas. Tais estruturas são túnicas denominadas, da luz para a periferia do órgão, de mucosa, submucosa, muscular e serosa (Figura 2).

Figura 2: Representação esquemática da anatomia da parede do intestino delgado em corte transversal (HERDT, 1999).



O desenvolvimento da mucosa intestinal foi descrito como decorrente de dois eventos citológicos primários associados: a renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo das vilosidades e a perda de células por descamação, que ocorre naturalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos é determinado por uma taxa de renovação constante e, portanto, a capacidade digestiva e de absorção intestinal (UNI et al., 1998; UNI, 2000).

Segundo Maiorka et al. (2000), a mucosa está envolvida no processo digestivo e representa extensa área de digestão e absorção de nutrientes. Além disso, o adequado e rápido ganho de peso das aves estão diretamente relacionados com a integridade morfofuncional do sistema digestório (SMITH et al., 1990). Donkoh (1989) considera ainda que a redução na ingestão de ração induzida pela temperatura ambiente elevada cria deficiência da maioria, senão de todos os nutrientes essenciais para ótimo desempenho. Outro aspecto relevante é que a presença da ração no intestino delgado constitui importante fator a modificar a altura da vilosidade do duodeno (UNI et al., 1995; GEYRA et al., 2001).

Segundo Murarolli (2008), aves recém-nascidas têm seu sistema gastrointestinal não formado completamente, e sofrem processos adaptativos, buscando maior eficiência nos processos de digestão e absorção. Na eclosão o sistema digestório da ave está anatomicamente completo, contudo sua capacidade funcional ainda não, assim o trato gastrointestinal sofre grandes alterações morfológicas e fisiológicas. Onde as alterações morfológicas mais evidentes são: o aumento no comprimento do intestino, na altura e densidade dos vilos, no número de enterócitos e nas células caliciformes. E as alterações fisiológicas estão relacionadas com o aumento na capacidade de digestão e de absorção do intestino, que ocorrem por aumento da produção de enzimas digestíveis. Estas alterações irão proporcionar um aumento na área de superfície de digestão e absorção.

Entretanto, os processos de absorção são dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal. O desenvolvimento da mucosa é estimulado por agentes tróficos, ou seja, aqueles que estimulam o processo mitótico na região cripta-vilosidade, e como consequência há o aumento do número de células e tamanho da vilosidade (MACARI e MAIORKA, 2000). Segundo Maiorka (2001), primariamente há 2 eventos citológicos associados: renovação celular (proliferação e

diferenciação das células totipotentes localizadas na cripta e ao longo das vilosidades) e, perda de células por descamação que ocorre naturalmente no ápice das vilosidades observado na Figura 3.

Em frangos de corte essa renovação celular é de 72 a 96 horas (MURAROLLI, 2008), ou seja, aproximadamente 4 dias. Este período de tempo parece curto, contudo, considerando o tempo de criação do frango representa nada menos do que 10% do tempo de vida da ave. Assim, se considerarmos uma perda de 10% em nosso sistema de produção devido a distúrbios da mucosa intestinal, em um lote de 20 mil aves, teríamos uma quebra de nada menos do que 5 toneladas de peso/lote (FURLAN, 2010).

Figura 3: Diminuição da área de absorção intestinal por perda de enterócitos maduros da extremidade das vilosidades (HERDT, 1999).



Sabe-se que a idade exerce forte influência sobre a morfologia da mucosa intestinal das aves. Ambrozinni et al. (2005), relata que durante a primeira semana de vida, os frangos de corte apresentam anatomia e fisiologia diferenciada das aves mais velhas, tendo deficiência em digerir e absorver alguns nutrientes. Sendo assim, a primeira semana de vida está sendo muito estudada, já que o desenvolvimento do Trato Gastrointestinal (TGI) nesse período é essencial para que o frango possa expressar o seu alto potencial genético para ganho de peso, permitindo diminuir o tempo necessário para que se atinja o peso de abate (NITSAN, 1995).

O intestino delgado é constituído pelos segmentos, duodeno, jejuno e íleo e tem função primordial nos processos de digestão e, principalmente na absorção de nutrientes. Grande parte da função digestiva é devida a ação das enzimas (proteínas) pancreáticas: tripsina, quimiotripsina, amilase e lipase. Neste sentido, nos primeiros dias de vida do frango, a atividade pancreática parece ser determinante em digerir substratos no lúmen intestinal (ROCHA, 2013).

Em estudos de Andrade (2002) e Maiorka (2002) o crescimento, em frangos, das vilosidades do duodeno está quase completo por volta de sete dias pós-eclosão, já as vilosidades do jejuno e íleo continuam crescendo até o 14º dia de idade. Esse desenvolvimento pode ser afetado por fatores como hormônios, características químicas dos nutrientes e a microflora intestinal.

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 (enterócitos) e pela ação das enzimas de membrana. A máxima capacidade de digestão e absorção ocorre quando o animal apresenta uma grande área luminal, com altas vilosidades e enterócitos maduros, sendo fundamental para o seu desenvolvimento (CERA et al., 1988).

Os processos de absorção são totalmente dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal. É sabido que os carboidratos são absorvidos sob a forma de monômeros, glicose, cujo processo é sódio dependente e ocorre através de transportadores de membrana. Já, os lipídeos absorvidos sob a forma de ácidos graxos livres, também depende da atividade de transportadores de membrana. O mesmo ocorre com relação aos aminoácidos. Assim, a integridade das células que compõem a mucosa intestinal é de fundamental importância para a absorção dos nutrientes (ROCHA, 2013).

Aves que apresentam microflora benéfica no intestino têm a altura das vilosidades e a profundidade de criptas maiores, sendo a proliferação das células duas vezes mais ativa e com um aumento na taxa de migração das células em 1,7 vezes, melhorando a morfologia intestinal (MORAN, 1982).

O intestino grosso é relativamente curto e sua principal função é estocar material para ser excretado e reabsorver água. Na espécie *Gallus domesticus*,

existem dois cecos que tem como função permitir a digestão de carboidratos estruturais, através da fermentação microbiana (BOARO, 2009). O cólon/reto que é um tubo curto e estreito que se estende da junção íleo-ceco-cólica até a cloaca. A cloaca é um segmento comum aos sistemas digestório, urinário e reprodutivo (MORAN, 1982).

Segundo Moraes (2009), o intestino grosso tem um papel importante na recuperação de nutrientes, água e eletrólitos da digesta. A superfície da sua mucosa não apresenta vilosidades, mas apenas pequenas projeções que aumentam a sua área de superfície, e as suas glândulas são em sua maioria glândulas produtoras de muco e não de enzimas. Assim, a digestão no intestino grosso ocorre por ação de enzimas conduzidas com o material alimentar ou resultantes da atividade microbiana.

No intestino grosso, especialmente no ceco, existe uma complexa população de bactérias (incluindo *Lactobacillus*, *Streptococcus*, coliformes, bacteróides, *Clostridia* e leveduras, e que muda em resposta ao material disponível para fermentação) fomentada pela baixa velocidade do trânsito intestinal e abundância de fontes de nutrientes. Esta microflora metaboliza um largo espectro de fontes de nitrogênio e hidratos de carbono, resultando na formação de vários produtos como, por exemplo, escatol, amônia e Ácidos Gordos Voláteis (AGV – ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico). Os AGV são mesmo a maioria dos produtos finais resultantes da atividade microbiana sobre os polissacáridos (BREVES, KOCK e SCHRÖDER, 2007), e sendo absorvidos são uma fonte energética para o hospedeiro. A quantidade de AGV produzida no intestino grosso depende da quantidade e composição do substrato e da microflora presente (VAN BEERS-SCHREURS et al., 1998).

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).

3.2 USO DE ANTIMICROBIANOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO

Atualmente os promotores de crescimento são os principais aditivos de uso na alimentação animal, em particular na dieta de aves, sendo responsáveis pela melhoria na produtividade animal, principalmente nas fases iniciais de criação. A maioria é constituída por produtos antibacterianos utilizados em doses subterapêuticas por quase toda a vida do animal, respeitando, apenas, o período de retirada antes do abate. Os antibióticos promotores de crescimento têm por finalidade controlar os agentes prejudiciais ao trato digestório e proporcionar os efeitos benéficos na absorção de nutrientes (VASSALO et al., 1997).

O termo antibiótico foi inicialmente empregado para definir substâncias químicas produzidas por micro-organismos que tinham a capacidade de inibir o crescimento bacteriano. Já no início da década de 40, no século XX, os antibióticos já tinham sido isolados, identificados e indicados para tratamento de doenças dos homens e, em seguida, dos animais (SPINOSA et al., 2005).

O termo quimioterápico foi introduzido no início do século XX, referindo-se à substância química definida (produzida por síntese laboratorial) que, introduzida no organismo animal, age de maneira seletiva sobre o agente causador do processo infeccioso, sem causar efeito nocivo sobre o hospedeiro (SPINOSA et al., 2005).

No início da avicultura industrial, por volta de 1950, a utilização de antimicrobianos (antibióticos e quimioterápicos) tinha o intuito de prevenir enfermidades, com o passar do tempo, começaram a ser usados também como promotores de crescimento. Nos Estados Unidos, por exemplo, os antimicrobianos têm sido usados como promotores de crescimento na produção animal há 50 anos (DIBNER e RICHARDS, 2005). Os antimicrobianos são produzidos por microorganismos visando garantir sua proteção, desenvolvimento e perpetuação da espécie. O homem usa a capacidade que alguns microorganismos têm de produzir antibiótico, com fins terapêuticos (PALERMO, 2006).

A intensificação da produção de aves exige a utilização de antimicrobianos para manter os altos níveis produtivos. Porém, o uso destas substâncias tem sido alvo de recentes proibições pelos mercados importadores de carne de frango (PASQUALI et al., 2014).

Em virtude da associação do uso de promotores de crescimento com a indução de resistência cruzada por bactérias patogênicas e com reações de

hipersensibilidade ou câncer, devidas à presença de seus resíduos na carne (MENTEN, 2002), em janeiro de 2006, a União Europeia – responsável por parcela significativa das exportações brasileiras de frango – banuiu a utilização de antibióticos como promotores de crescimento da alimentação de aves, permitindo somente o emprego dos ionóforos monensina sódica e salinomicina como agentes anticoccidianos (COUNCIL, 2003).

Dessa forma, todo frango brasileiro destinado às exportações para a União Europeia deve ser criado sem o uso de antibióticos, o que pode gerar queda de produtividade. A Suécia e a Dinamarca já haviam banido os antibióticos da alimentação animal e verificaram queda de desempenho e lucratividade da ordem de 2% e 3%, respectivamente (LANGHOUT, 2005). Neste contexto, algumas alternativas têm sido estudadas em substituição aos promotores de crescimento antimicrobianos, dentre elas o uso de ácidos orgânicos e de probióticos.

Contudo, um dos maiores desafios na área de produção animal tem sido à busca de alternativas para se reduzir o uso de antimicrobianos como promotores de crescimento em rações. Este desafio é consequência das crescentes pressões impostas por legislações de países que importam produtos de origem animal, como os da Comunidade Européia, um dos maiores importadores de carne de frango, que proíbem a inclusão de antimicrobianos nas dietas de frangos de corte e outras espécies animais. Entretanto, autores como Langhout (2005) alegam que a retirada gradativa dos antibióticos promotores de crescimento de dietas de frangos, reduzirá o desempenho técnico e a lucratividade do setor avícola. Estas restrições por parte dos importadores e os impactos destas alterações no custo de produção, tem levado os nutricionistas a pesquisar alternativas que auxiliem na melhora do desempenho dos animais, mas que sejam inócuos para o animal e para o homem (DIBNER e RICHARDS, 2005).

Entre os principais aditivos alimentares naturais, utilizados na substituição dos antibióticos melhoradores de desempenho, e seus possíveis mecanismos de ação destacam-se os seguintes: os ácidos orgânicos (atividade antimicrobiana); as enzimas celulase, hemicelulase, beta-glucanase e proteinase (eliminação do efeito antinutricional dos alimentos); o extrato vegetal (estímulo à digestão, ação antimicrobiana, imunomodulação); os probióticos (introdução de bactérias desejáveis

no trato gastrointestinal); e os simbióticos, atuando estes últimos como probióticos e prebióticos (GONZALES, 2006).

3.3 ÁCIDOS ORGÂNICOS

Os ácidos são definidos como doadores de prótons enquanto as bases são receptoras. Um doador de prótons e o seu receptor correspondente formam o que se denomina par ácido-base conjugado. Por exemplo, o ácido acético (COOHCH_3) um doador de prótons e o anion acetato ($-\text{COOCH}_3$), o receptor de prótons correspondente constituem o par conjugado (LEHNINGER et al., 1993; MURRAY et al., 1996). Os ácidos e bases fracos são aqueles que não se ionizam completamente quando dissolvidos em água, são comuns em sistemas biológicos e apresentam papel importante no metabolismo e sua regulação.

Os ácidos orgânicos são constituintes naturais das plantas e animais. Alguns podem se formados através de fermentação microbiológica no intestino e outros nas rotas metabólicas intermediárias (LEHNINGER et al., 1993).

Trata-se de uma substância que facilita a colonização do Trato Gastrointestinal pelas bactérias benéficas, promovendo um amadurecimento mais rápido da mucosa do intestino delgado de pintos (JANSSENS e NOLLET, 2002). O efeito inibidor da proliferação de enterobactérias no trato digestório, provocado pela utilização do ácido orgânico na ração, deve-se à redução do pH na parte superior do intestino delgado, promovendo um aumento de disponibilidade de nutrientes e potencializando os ganhos nutricionais das dietas (FARIA et al., 2009).

3.3.1 Características Gerais

Como grupo químico, os ácidos orgânicos são considerados como sendo qualquer substância de estrutura geral (COOH-R), gerando grupos de compostos relacionados, conhecidos como Derivados dos Ácidos Carboxílicos, como os aminoácidos, os ácidos graxos, coenzimas e metabólitos intermediários (SOLOMONS e FRYHLE, 2002).

Também produzem acidez, a qual age como flavorizante, e retardam a ação enzimática e o esvaziamento gástrico (RAVINDRAN e KORNEGAY, 1993), dando

sensação de saciedade; são fonte de energia e estimulam reações metabólicas, aumento da digestibilidade de nutrientes e melhoram a morfologia intestinal (PARTANEN e MROZ, 1999). Agem diretamente como inibidores do crescimento bacteriano, podendo ser utilizados na conservação de grãos e alimentos, sanitização do alimento e aditivo promotor de crescimento em dietas para animais.

Outra característica importante dos ácidos orgânicos é a formação de quelatos, formando estruturas em forma de anel com íons metálicos. Eles previnem a reação dos íons metálicos, como Cálcio (Ca^{+2}) e Ferro (Fe^{+2}), Cobre (Cu^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}), com outros nutrientes, aumentando a digestibilidade e a retenção desses, ao mesmo tempo em que inibem a sua ação como catalisadores de reações danosas (ADAMS, 1999).

Nem todos apresentam atividade antimicrobiana. Aqueles associados com atividade antimicrobiana são os ácidos de cadeia curta (C1-C7), tanto mono carboxílicos como o fórmico, o acético, o propiônico e o butírico ou carboxílicos com grupo hidroxila, normalmente no carbono α , como o láctico, o málico, o tartárico e o cítrico. Outros como o fumárico e o sórbico apresentam duplas ligações na sua molécula. Em geral, quando o termo é utilizado em nutrição animal refere-se a ácidos fracos de cadeia curta, que produzem menor quantidade de prótons por molécula ao se dissociarem (ROCHA, 2013).

Os ácidos graxos de cadeia curta desempenham um papel muito importante na regulação da ecologia luminal do trato digestivo de monogástricos, onde se encontram grandes quantidades de ácido láctico, acético, propiônico e butírico durante o processo de digestão, e tais quantidades estão diretamente relacionadas com a quantidade de fibra dietética disponível para a microbiota intestinal (MROZ, 2002).

3.3.2. Mecanismo de Ação

As funções dos ácidos orgânicos são variadas e amplas, nem todas relacionadas à nutrição. Estes produzem acidez, a qual por sua vez age como flavorizante e também retardando a degradação enzimática oxidativa, atuando também como agentes complexantes que se liga a metais formando os complexos metálicos (prevenindo ou reduzindo a oxidação). Agem ainda diretamente como

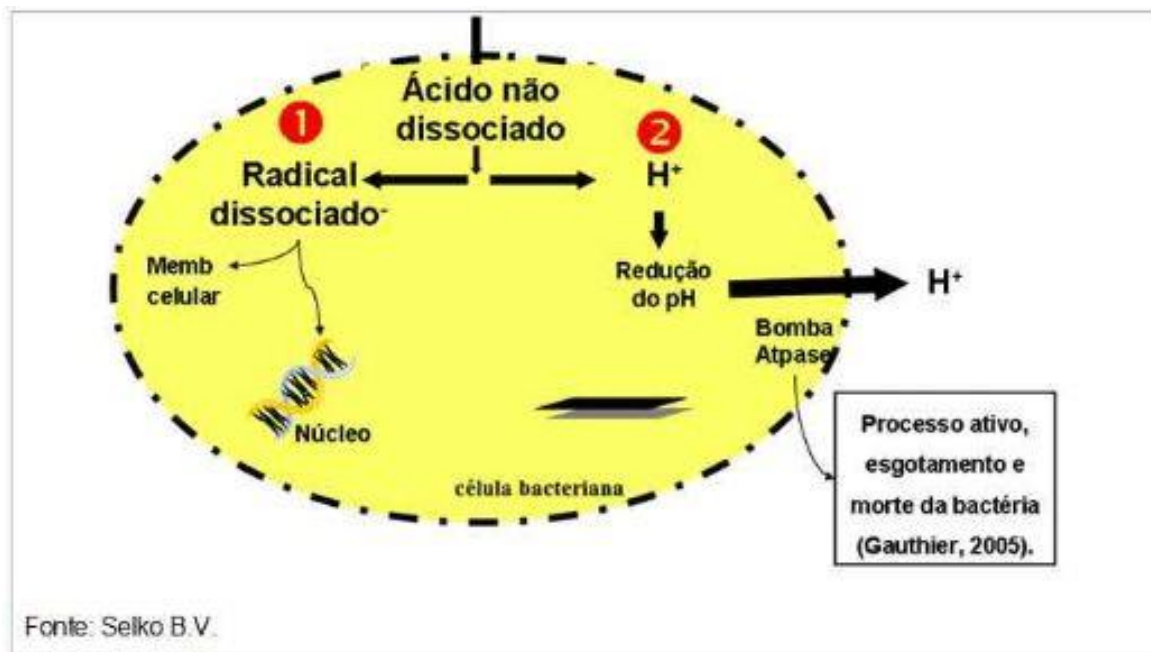
fortes inibidores do crescimento microbiano, podendo ter uso na preservação de grãos e rações, sanitização de carne e como promotor de crescimento (ADANS, 1999).

Os objetivos da acidificação da dieta são reduzir o pH e a capacidade tampão visando aumentar a proteólise gástrica e reduzir o crescimento bacteriano intestinal e seus metabólitos, de forma que se potencialize o crescimento animal. A diminuição do crescimento bacteriano aumenta a disponibilidade de nutrientes e energia da dieta para o animal resultando em maior eficiência alimentar (DIERUCK et al., 2001; PARTANEN ET al., 2001). Os ácidos também possuem ação sobre o pâncreas estimulando as secreções pancreáticas, aumentando a atividade de enzimas endógenas sobre os nutrientes (THAELA et al., 1998).

Segundo Canibe (2001), o mecanismo de ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos é baseado no potencial acidificante e sua capacidade de dissociação. O potencial acidificante está relacionado com a capacidade dos ácidos orgânicos em ceder prótons (H^+), mais eficientemente ou não, em diferentes meios, o que quimicamente reflete sobre o potencial de dissociação do ácido (WALDROUP e PATTEN, 1988).

Choct (2004) afirma que a eficácia dos ácidos orgânicos puros ou combinados é o resultado da concentração, pKa e da capacidade de quelação dos ácidos (ADAM, 1999). Segundo o autor os ácidos orgânicos têm sido considerados como responsáveis pela quebra no metabolismo de aminoácidos, síntese do DNA e metabolismo energético dos microrganismos. Os ácidos diminuem o pH intracelular e podem causar alteração na permeabilidade da membrana com o bloqueio do substrato do sistema de transporte de elétrons. Os ácidos lipofílicos fracos como láctico, acético ou propiônico são capazes de passar através da membrana celular de microrganismo em seu estado não dissociado e dissociam-se no interior da célula, produzem íons H^+ que diminuem o pH da célula. As células reagem eliminando os prótons tentando manter o pH constante e esse mecanismo faz com que o gasto energético seja maior, reduzindo o crescimento celular microbiano. Por sua vez os ânions $RCOO^-$ DO ácido, impedem a síntese de DNA fazendo com que a proteína não se replique (Figura 3).

Figura 4: Esquema da ação dos ácidos orgânicos em bactérias gram negativas



O potencial de dissociação dos ácidos orgânicos é seu, expresso em valores de pKa, onde Ka é a constante de dissociação ($K_a = \frac{[R-COO^-][H^+]}{[RCOOH]}$) e pKa representa $-\log$ de Ka. Este valor representa o ponto de pH do meio em que há equilíbrio entre as formas dissociada e não dissociada do ácido. Segundo Jencks e Regenstein (1976), quando $pK_a = pH$, teremos 50% da fração dissociada e 50% da fração não dissociada, podendo haver interferência na ação bactericida dos ácidos orgânicos, pois quando não dissociados são lipofílicos podendo difundir-se livremente através da membrana do microorganismo (SILVA, 2002).

A tabela 1 mostra algumas propriedades dos ácidos orgânicos que têm sido estudados como alternativas ao uso de antimicrobianos promotores do crescimento para as aves.

Tabela 1. Propriedades dos ácidos orgânicos utilizados como acidificantes na dieta das aves.

Ácidos Orgânicos	Peso molecular (g/mol)	Forma	pKa	Solubilidade em água*
Ácido fórmico	46,03	líquida	3,75	α
Ácido acético	60,05	líquida	4,76	α
Ácido propiônico	74,08	líquida	4,88	α
Ácido butírico	88,12	líquida	4,82	α
Ácido láctico	90,08	líquida	3,82	V
Ácido benzóico	122,10	sólida	4,19	S
Ácido sórbico	112,14	sólida	4,76	S
Ácido fumárico	116,07	sólida	3,02/4,38	S
Ácido málico	134,09	líquida	3,40/5,10	α
Ácido tartárico	150,09	sólida	2,93/4,23	V
Ácido cítrico	192,14	sólida	3,13/4,76/6,40	V

* α =solúvel em todas proporções; V= muito solúvel; S=parcialmente solúvel

Fonte: Partanen, 2002.

3.3.3 Uso de Sais de Ácidos Orgânicos

Conforme Dallagnol (2009) os sais de ácidos orgânicos têm vantagens em relação aos ácidos puros por serem geralmente inodoros e mais fáceis de manejar no processo de fabricação da ração, além de terem menor efeito negativo sobre o consumo em relação aos seus ácidos puros, quando empregado em doses elevadas.

Os sais de ácidos orgânicos possuem vantagens de transformar os ácidos livres em substâncias mais estáveis, produzindo assim menos odor consequentemente melhorando o manuseio no processo de industrialização de alimentos na forma sólida, menos volátil e por serem menos corrosivos e mais solúveis em água que os ácidos. Os sais de ácidos são formados a partir da substituição do íon hidrogênio por uma base (potássio, sódio, cálcio, etc.). Os sais podem apresentar alto poder higroscópico e também apresentar efeitos menores que os ácidos de origem (CANIBE et al., 2001).

3.3.4 Utilização dos Ácidos Orgânicos nas Dietas das Aves

O procedimento de adicionar ácidos orgânicos nas dietas tem sido empregado em dietas de leitões há mais de uma década, atualmente pode ser considerado como uma prática comum nas dietas para leitões (ADAMS, 1999). A utilização de ácidos orgânicos em dietas de frangos há necessidade de adaptações, visto que existem diferenças anatômicas e fisiológicas essenciais nos sistemas digestivos das aves. Devem ser considerados os aspectos ligados aos menores comprimento e tempo de passagem do alimento no trato digestivo das aves, a maior capacidade secretória de pepsinogênio e ácido clorídrico no proventrículo (RUTZ, 1994), a atividade das enzimas desde o primeiro dia de vida (PROTECTED, 2004) e ainda devido à capacidade de refluxo de alimentos para adicioná-los de doses extras de enzimas e ácido clorídrico (KLASING, 1998).

Diferentemente dos mamíferos, o HCl e o pepsinogênio são ambos secretados pelas glândulas exócrinas principais do proventrículo (RUTZ, 1994). Uma vez que em aves a acidificação é feita naturalmente a partir do primeiro dia de idade, a estratégia da acidificação deve ser fornecer uma concentração adequada de ácido orgânico visando acidificar para reduzir a microbiota patogênica do trato digestivo até a fase final de produção (42 dias), utilizando-se ainda dos efeitos adicionais, como proposto a seguir em modos de ação dos ácidos orgânicos (BELLAYER e SCHEUERMANN, 2004).

3.3.5 Efeito dos Ácidos Orgânicos na Morfometria Intestinal

Os ácidos orgânicos também podem apresentar efeitos positivos na morfologia intestinal. Neste 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).

O butirato, sal ácido butírico, é considerado um importante nutriente para a integridade do epitélio ao longo do trato gastrintestinal (SCHEPPACH et al., 1996), onde apresenta diversos efeitos nas células, influenciando na sua maturação e diferenciação (SMITH; YOKOYAMA; GERMAN, 1998), promovendo aumento na proliferação celular e auxiliando na manutenção da integridade intestinal (MROZ, 2005).

A ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos também acaba interferindo na saúde das células e integridade intestinal, pois a presença de microorganismos no trato digestivo eleva potencialmente a competição por nutrientes, acelera a passagem do alimento, aumento a descamação de células intestinais e estimula a secreção de mucina pelas células caliciformes (APAJALAHTI, 2005). Portanto a ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos pode ser relevante para a mucosa intestinal, favorecendo a estrutura e crescimento das vilosidades intestinais. Viola e Vieira (2007), comprovaram que a utilização de uma mistura dos ácidos orgânicos láctico, fórmico, cítrico, acético e benzoico aumentou significativamente a altura das vilosidades e reduziu o peso do intestino, devido a redução significativa da profundidade da cripta comparada ao controle negativo.

Os ácidos orgânicos atuam diminuindo o pH intestinal e melhorando a atividade da pepsina do estômago. Com a redução do pH intestinal, diminui também a proliferação de *E. coli* e outros microorganismos patógenos, os quais competiriam com o animal pelos nutrientes, além de causarem inúmeros distúrbios no trato gastrointestinal (CROMWELL, 1989).

3.3.6 Butirato de Cálcio

Muitos ácidos orgânicos estão disponíveis na forma de sais de sódio, potássio ou cálcio, tendo a vantagem de serem geralmente inodoros e mais fáceis de manusear no processo de alimentação, devido a sua forma sólida e menos volátil (CANIBE et al., 2001), são menos corrosivos e podem ser mais solúveis em água do que os ácidos livres (PARTANEN e MROZ, 1999).

O butirato de cálcio (BC) tem como fórmula molecular, $C_8H_{14}CaO_4$. É um sal derivado do ácido butírico e funciona e atua como um acidificante. Em ensaios experimentais, o butirato de cálcio é frequentemente usado em vez de ácido butírico, uma vez que é sólido, estável e de odor menos intenso (KOTUNIA et al., 2004).

O butirato de cálcio é um sal de ácido graxo de cadeia curta, obtido naturalmente a partir da fermentação da flora intestinal benéfica, é conhecido pelos seus efeitos favoráveis sobre a saúde. Usado como um suplemento alimentar para animais ele melhora a absorção de nutrientes, e assim melhora o desempenho zootécnico. Butirato de cálcio também é utilizado por sua ação anti *Salmonella* sp e para reforçar a resposta imunológica específica (CANIBE et al., 2001).

O butirato microencapsulado atua na parte posterior do trato gastrointestinal (VAN IMMERSEEL et al., 2004), enquanto que este composto ao não ser protegido, afetará diretamente a parte proximal do trato digestivo (HUME et al., 1993; THOMPSON e HINTON, 1997). O butirato de cálcio é rapidamente absorvido, sendo uma fonte de energia disponível para os colonócitos e a parte remanescente fica disponível para a fermentação bacteriana.

Apesar dos ácidos orgânicos indissociados poderem atravessar a membrana e serem absorvidos pelo intestino delgado, dificilmente chegarão ao intestino grosso, a não ser que sejam microencapsulados (PIVA et al., 1997).

4. SISTEMA IMUNOLÓGICO DAS AVES

Segundo Sakamoto (2005), o sistema imune apresenta uma interação mais complexa da biologia, envolvendo o sistema celular e humoral. De maneira geral os componentes do sistema imune têm que reconhecer o antígeno; processar e apresentar este invasor aos tipos apropriados de células do sistema imune; organizar uma resposta eficiente, eliminar o antígeno e desenvolver uma memória que permita uma ação mais efetiva no próximo contato com o antígeno previamente reconhecido.

O sistema imune pode ser separado em inato e adaptativo, que trabalham juntos no combate e eliminação dos possíveis agentes patogênicos. Geralmente a ativação do sistema imune diminui o desempenho das aves modernas e para maximizar a eficiência produtiva ele deve ser mantido vigilante e ativado apenas quando requerido. Uma vez ativado, a resolução rápida ou transição rápida do inato para o adaptativo é desejável para minimizar as perdas de produtividade (BUEHLER, 2008).

A bolsa cloacal (*bursa de Fabrícus*) é o órgão linfoide de aves responsável pela maturação de linfócitos B (MUELLER et al., 1962; MCCORMACK et al., 1989). Nos órgãos linfoides primários, nominalmente timo e bolsa cloacal, células tronco hematopoiéticas juntam-se à massa celular embrionária desses órgãos e desenvolvem-se para fazer a linfopoiese de células T e B, respectivamente. Ao final do período embrionário e durante a vida da ave, os progenitores linfoides que colonizam o timo e a bolsa cloacal originam-se da medula óssea (OLÁH e VERVELDE, 2008).

O sistema imunológico das aves apresenta diferença com as outras espécies pela precocidade na formação e maturação do sistema imune, uma vez que as células da resposta adaptativa são oriundas de órgãos primários, como o timo e a bolsa cloacal. A receptividade do timo embrionário, por volta dos seis dias de incubação, e da bolsa cloacal, por volta dos dez, permite a formação destes linfócitos, que na vida embrionária são morfologicamente iguais aos das aves pós-nascimento, mas que ainda têm funcionalidade limitada (CARON, 2008). E os órgãos linfóides secundários (baço, medula, tonsilas cecais, GALT, respiratório e urogenital) ainda estão incompletos na eclosão, assim podem ser influenciados pela nutrição (DIBNER e RICHARDS, 2004).

Galinhas apresentam grandes quantidades circulantes de linfócitos relativamente a outras células leucocitárias, quando comparadas a outros animais. Em grande parte dos mamíferos e mesmo em outras aves, encontram-se mais neutrófilos/heterófilos circulantes do que linfócitos. Em galinhas essa proporção é invertida, e a relação entre heterófilos e linfócitos é quase sempre inferior a 1 (TALEBI et al., 2005; FELDMAN et al., 2006).

Apenas três imunoglobulinas (Ig) estão presentes em aves, identificadas como os homólogos das IgA, IgM e IgG de mamíferos. IgM é estruturalmente e funcionalmente similar ao equivalente mamífero. Virtualmente todas as células da bolsa cloacal e linfócitos B expressam essa Ig em suas membranas. IgY é o equivalente aviário à IgG. É estruturalmente diferente desta, e é, na verdade, equidistante em termos evolucionários entre IgG e IgE, mas possui homologia na função com IgG. Apenas cerca de 1,6% dos linfócitos sanguíneos são IgY+. IgA é a principal forma de anticorpo nas secreções corporais e mucosas (SHARMA, 1990; OLÁH e VERVELDE, 2008).

5. REFERÊNCIAS

- ADAMS C. **Book Nutricines: Food Components in Health and Nutrition**. Nottingham University Press. 1999.
- ANDRADE, M. L. **Níveis de proteína e de aminoácidos em rações pré-iniciais e seus efeitos sobre o desempenho, digestibilidade, órgãos digestivos e enzimas pancreáticas de frangos de corte**. 2002. 43p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- AMBROZINNI, BJERRUM, L.; PERDERSEN, A. B.; ENGBERG, R. M. The influence of whole wheat feeding on Salmonella infection and gut flora composition in broilers. **Avian Diseases**, v. 49, p. 9-15. 2005.
- ARTONI, S. M. B. Anatomia do sistema digestório das aves. In: Curso de Fisiologia da Digestão e Metabolismo de Nutrientes em Aves, **Anais...** UNESP Jaboticabal, out. 2004. 1 CD-ROM.
- BELLAVER, C.; SCHEUERMANN, G. **Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte**. Palestra apresentada na Conferência AVISUI 2004. Florianópolis, SC.
- BOARO, M. Morfofisiologia do trato intestinal. In: CONFERENCIA FACTA DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, p. 262-274, 2009.
- BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 75-95.
- BREVES, G.; KOCK, J.; SCHRÖDER, B. Transport of nutrients and electrolytes across the intestinal wall in pigs. **Livestock Science**. v. 109, p. 4–13. 2007.
- BUEHLER D. M. **Bottlenecks, budgets and immunity: The costs and benefits of immune function over the annual cycle of red knots (*Calidris canutus*)**. Tese (Doutorado), Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Groningen, Groningen, NL. 2008. 248 f.
- CANIBE, N.; STEIEN, S. H.; OVERLAND, M.; JENSEN, B. B. Effect of K-diformate: in starter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets, and gastric alterations. **Journal of Animal Science**. Albany, v. 79, p. 2123-2133, 2001.
- CARON, L. F. O sistema imune das aves e a resposta às vacinações. In: Curso de sanidade avícola, Jaguariúna, SP. **Anais...** Jaguariúna: 2008.
- CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F. Effect of age, weaning and post-weaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, n.2, p.574-584, 1988.
- CHAVEERACH, P.; KEUZENKAMP, D. A.; LIPMAN, L. I.; VAN KNAPEN, F. 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.

CHOT, M. Effects of organic acids, prebiotics and enzymes on control of necrotic enteritis and performance of broiler chickens. **University of New England Armidale**, NSW, 2004.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Council regulation on the authorization of the additive avilamycin in feedingstuffs, 2003.

CROMWELL, G.L. Nuevos aditivos alimentícios. **Industria Porcina**, v.9, n.6, p.14-15, 1989.

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

DIBNER, J. J.; RICHARDS, J. D. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. **Poultry Science**, v. 84, p. 634, 2005.

DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. The combined use of triacylglycerols (TAGs) containing medium chain fatty acids (MCFAs) and exogenous lipolytic enzymes as an alternative to nutritional antibiotics in piglet by endogenous and exogenous lipases; effects on the luminal gut flora and growth performance. **Livestock Production Science**, v. 76, p.1-16, 2002.

DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**. v.33, p.259-265, 1989.

DYCE K. M., SACK W. O., WENSING C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 663p., 1997.

FARIA, D. E.; HENRIQUE, A. P. F.; FRANZOLIN NETO, R.; MEDEIROS, A. A.; JUNQUEIRA, O. M.; FARIA FILHO, D. E. Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. Ácidos orgânicos e probióticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 29-39, 2009.

FELDMAN, B. F.; ZINKL, J. G.; SCHALM, O. W. **Schalm's veterinary hematology**. v. 5. Iowa:Wiley-Blackwell, 2006.

FURLAN, R. L. **Aspectos fisiológicos da utilização de probióticos e prebióticos visando a saúde intestinal**. Memórias. 2010.

GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. **British Journal of Nutrition**. v. 86, p.53-61, 2001.

GONZALES, E. **Aditivos para rações de aves e suínos**. Apostila, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho TMVZ – UNESP – Campus de Botucatu, 2006.

GUILLOT, J. F. The pros and cons of probiotics: make probiotics work for poultry. **World Poultry**, v. 16, p. 18-21, 2000.

HERDT, T., 1999. Fisiologia Gastrointestinal y Metabolismo. In: Cunningham, J. D. (Coord.), **Fisiologia Veterinaria**, 2ª ed., México, McGraw-Hill Interamericana Editores, pp. 293-431.

HUME, M. E.; CORRIER, D. E.; IVIE, G. W.; DELOSCH, J. R. Metabolism of [14 C] propionic acid in broiler chicks. **Poultry Science** 72:786-793. 1993.

ITO, N. M. K.; MIJAYI, C. I.; LIMA, E. A.; OKABAYASKI, S. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar enfermidades gastrointestinais. In: **Produção de frangos de corte**. Campinas, SP.: FACTA, Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, cap. 13, p. 207-215. 2004.

JANSSENS, G.; NOLLET, L. Sodium butyrate in animal nutrition. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: CBNA, 2002. p. 239-250.

KLASING, K. C. **Comparative avian nutrition**. New York, CAB International. 350p. 1998.

KNUDSEN, D. E.; SERENA, A.; CANIBE, N.; JUNTUNKEN, K. S. New insight into butyrate metabolism. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.62, p.81-86, 2003.

KOTUNIA, A.; WOLIŃSKI, J.; LAUBITZ, D.; JURKOWSKA, M.; ROMÉ, V.; GUILLOTEAU, P.; ZABIELSKI, R. Effect of sodium butyrate on the small intestine development in neonatal piglets feed by artificial sow. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 55, p. 59-68, 2004.

LANGHOUT, P. Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: A visão da indústria e recentes avanços. **Anais...** Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, Brasil, p.21-33, 2005.

LEANDRO, N. S. M.; OLIVEIRA, A. S. C.; CAFÉ, M. B.; GONZALES, E.; STRINGHINI, J. H.; CARVALHO, F. B.; ANDRADE, M. A. Efeito do prebiótico e do ácido butírico in ovo sobre o desempenho, digestibilidade dos nutrientes da ração e biometria do trato gastrintestinal de pintos submetidos ao jejum. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 4, p. 806-816, out./dez. 2010.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. A.; COX, M. M. *Principles of Biochemistry*. **Worth Publishers**, Inc. New York. United States. 1993

MCCORMACK, W. T.; TJOELKER, L. W.; BARTH, C. F.; CARLSON, L. M.; PETRYNIAK, B.; HUMPHRIES, E. H.; THOMPSON, C. B. Selection for B cells with productive IgL gene rearrangements occurs in the *bursa of Fabricius* during chicken embryonic development. **Genes & Development**, v.3, n.6, p.838-847, 1989.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; FISCHER DA SILVA, A. V.; BRUNO, L. D. G.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento do trato gastrintestinal de embriões oriundos de matrizes pesadas de 30 e 60 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 2000.

MAIORKA, A. Adaptações digestivas pós-eclosão. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Santos, São Paulo. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. v. 2, 141-151.

MAIORKA, A., LAURENTIZ, A. C. Efeito do nível de energia e ácidos orgânicos em dietas iniciais de frangos de corte. UFPE, **Anais da XXXIX Reunião da SBZ**. Recife/PE. 2002. CD room.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2000, Campinas, São Paulo. **Anais...** Campinas: FACTA, v. 2, p. 455-457, 2000.

MENTEN, J.F.M. Probióticos, prebióticos e aditivos fitogênicos na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002. Uberlândia, Brasil. **Anais...** Uberlândia, 2002. p. 251-276.

MORAIS, S. C. F. **Utilização de dois teores de butirato no regime de desmame do leitão.** 2009. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.

MORAN E. T. **Comparative Nutrition of Fowl and Swine, The Gastrointestinal Systems.** Ontario Agricultural College, University of Guelph, 1982.

MROZ, Z.; KOOPMANS, S. J.; BANNINK, A.; PARTANEN K.; KRASUCKI, W.; OVERLAND, M.; VRADCLIFFE, S. Carboxylic acids as bioregulators and gut growth promoters in non ruminants. In: Mosenthin R., Zebrowska T., (ed.) **Biology of the intestine.** Amsterdam: Elseviers, p. 81-133. 2006.

MUELLER, A. P.; WOLFE, H. R.; MEYER, R. K.; ASPINALL, R. L. Further studies on the role of the *bursa of Fabricius* in antibody production. **The Journal of Immunology**, v.88, n.3, p.354-360, 1962.

MURAROLLI, V. D. A. **Efeito de prebiótico, probiótico e simbiótico sobre o desempenho, morfologia intestinal e imunidade de frangos de corte. [Effect of Prebiotic, Probiotic and Symbiotic in broiler performance, intestinal morphology and immunity].** 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

NIEWOLD, T. A. The non antibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 4, p. 605-609, 2007.

NITSAN, Z. The development of digestive tract in posthatched chicks. In: Eropean symposium on Poultry Nutrition, 10., 1995, Antalya. **Anais...** Antalya: Europ. Poultry Science Assoc. p.21-28.

OLÁH, I.; VERVELDE, L. In: DAVISON, F.; KASPERS, B.; SCHAT, K. A. Avian Immunology. **Academic Press**, 2008.

OLIVEIRA, G. H.; BERCHIERI JÚNIOR, A.; BARROW, P. A; SILVA, D. M. Uso de ácidos graxos de cadeia curta no controle de Salmonella em rações de aves. IN: CONFERÊNCIA APINCO'96 DECIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1996, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: APINCO, 210p. p. 83. 1996.

PALERMO, J. N. Uso de medicamentos veterinários: Impactos na moderna avicultura. **Anais** do Simpósio Brasil Sul de Avicultura, Chapecó, Brasil, p.70-78, 2006.

PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge,v.12, n.1, p.117-145, 1999.

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

PASQUALI, G. A. M.; PIMENTA, G. E. M. Aditivos fitogênicos: uma alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação de aves. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 150, 2014.

PATRICIO, I. S.; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A.; PEREIRA, D. F. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.14, p.233-238, 2012.

PIVA, A.; ANFOSSI, P.; MEOLA, E.; PIETRI, A.; PANCIROLI, A.; BERTUZZI, T.; FORMIGONI, A. Effect of microencapsulation on absorption process in swine. **Livestock Production Science**. v. 51, p.53-61. 1997.

PROTECTED. 2004. Protected organic acids for poultry feeds. Consultado em 27-11-2014. http://www.jefo.ca/pdf/galliacid_eng.pdf

RAVINDRAN, V; KORNEGAY, E.T. Acidification of weaner diets: A review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Edinburgh ,v.62, p.1880-1886, 1993.

REECE, W. O. DUKES - **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 942p.

RICKE, S. C. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. **Poultry Science**, v. 82, p. 632-639. 2003.

ROCHA, A. P. da. **Uso de Butirato de Sódio protegido em rações de frangos de corte: efeito do uso de butirato de sódio protegido em rações sobre o desempenho de frangos de corte**. Dissertação Mestrado. Universidade do recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 31f. 2013.

RUTZ, F. Secreções digestivas. In: Fisiologia da digestão e absorção das aves. Campinas. **Anais...** Fundação APINCO de Ciencia e Tecnologia. p. 19-26. 1994.

SAKAMOTO, M. I. **Influência da glutamina e vitamina E sobre o desempenho, resposta imunológica e morfometria intestinal de frangos de corte**. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SCHEPPACH W, DUSEL G, KUHN T, LOGES C, KARCH H, BARTRAM HP, RICHTER F, CHRISTL SU, KASPER H. Effect of L-glutamine and n-butyrate on the restitution of rat colonic mucosa after acid induced injury. **Gut**, London, v. 38, p. 878-885, 1996.

SEAL, B. S.; LILLEHOJ, H. S.; DONOVAN, D. M.; GAY, C.G. Alternatives to antibiotics: a symposium on the challenges and solutions for animal production. **Animal Health Research Reviews**, v.14, p.78-87, 2013.

SILVA, M. C. **Ácidos orgânicos e suas combinações em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade**. Lavras, 2002. 64p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Zotecnia, Universidade Federal de Lavras.

SAHAR, M. O.; MAHASIN, A. S. A. A.; RAHMAN, E. A. Residual pathogenic effects of Infectious Bursal Disease Vaccines containing intermediate and hot strains of the Virus in broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.6, p.415-418, 2004.

SMITH, M. W.; MITCHELL, M.; PEACOCK, M. A. Effects of genetic selection on growth rate and intestinal structure in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology. Part A**. v.97, p.57-63, 1990.

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**, Cleveland, v. 38, p. 259-295, 1998.

SPINOSA, H. S.; ITO, N. M. K.; MIYAJI, C. I.; LIMA, E. A.; OKABAYASHI, S. Antimicrobianos: Considerações Gerais. In: **Farmacologia aplicada à avicultura**. Cap. 6, p. 87-103, 2005.

SOLOMONS, G.; C. FRYHLE. 7ª Edição. Volumes 1 e 2. LTC Livros Técnicos e Científicos. **Química Orgânica**. Editora AS. Rio de Janeiro. 2002.

TALEBI, A.; ASRI-REZAEI, S.; ROZEH-CHAI, R.; SAHRAEI, R. Comparative Studies on Haematological Values of Broiler Strains (Ross, Cobb, Arbor-acres and Arian). **International Journal of Poultry Science**, v.4, n.8, p.573-579, 2005.

THAELA, M.J; Pierzynowski S. G.; Jensen M. S.; Jakobsen K.; . Westom B. R.; Karlsson B. W. Circadian and Ultradian Variation in Pancreatic Secretion of Meal-Fed Pigs After Weaning. **American Society of Animal Science**. v. 76, p.1131-1139, 1998.

THOMPSON, K.; HINTON, M. Anti bacterial activity of formic acid and propionic acid in the diets of hens on *Salmonella* in the crop. **Brazilian Poultry Science** 1997; 38: 59-65.

UBABEF, União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual**. São Paulo, 2013/2014. Disponível em [HTTP://www.ubabef.com.br](http://www.ubabef.com.br).

UNI, Z., NOY, Y., SKALAN, D. Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy-and light-strain chickes. *Poultry Science*, v. 74, p. 1622-1629, 1995.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthach development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, v. 77, p. 75-82, 1998.

UNI, Z. (2000). Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens small intestine. **British Poultry Science**, 41, 410-415.

URRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. Harper's Biochemistry. **Stanford: Appleton & Lange**, 1996. 868p.

VAN BEERS-SCHREURS, H. M. G.; NABUURS, M. J. A.; VELLENGA, L.; KALSBECK-VAN DER VALK, H. J.; WENSING, T.; BREUKINK, H.J. Weaning and the Weanling Diet Influence the Villous Height and Crypt Depth in the Small Intestine of Pigs and Alter the Concentrations of Short-Chain Fatty Acids in the Large Intestine and Blood. **Journal Nutrition**. 128, 947–953. 1998.

VAN IMMERSEEL, V.; FIEVEZ, J.; BUCK, F.; PASMANS, A.; MARTEL, F.; HAESBROUCK, R.; [DUCATELLE R.](#) Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella enteritidis* in young chickens. **Poultry Science**. 83:69-74. 2004.

VASSALO, M.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. I. G.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G. Probióticos para leitões dos 10 aos 30kg de peso vivo. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 1, p. 131-138, 1997.

WALDROUP, A.; KANIAWATO, S.; MAUROMOUSTAKOS, A. Performance characteristics and microbiological aspects of broiler fed diets supplemented with organic acids. **Journal of Food Protection**, v. 58, p. 482-489, 1995.

Artigo Científico

Este artigo foi formatado seguindo as instruções da revista “Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia”.

Desempenho zootécnico e morfometria do jejuno de frangos de corte suplementados com butirato de cálcio microencapsulado na dieta até o 21º dia de idade

The performance and jejunum morphometry of broilers supplemented with calcium butyrate microencapsulated in diet until 21 days of age

Jessica Lima Silva¹ & Joaquim Evêncio Neto^{2*}

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal - UFRPE – Rua Dom Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos – Recife – PE - Brasil

²Professor Associado do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal - UFRPE – Rua Dom Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos – Recife – PE - Brasil

* Autor para correspondência: evencio@dmfa.ufrpe.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico e morfometria do jejuno de frangos de corte suplementados com butirato de cálcio microencapsulado na dieta até o 21º dia de idade. Foram utilizadas 240 aves com um dia de vida, distribuído em dois grupos: G1- Grupo Controle e G2- Grupo Tratado (suplementado com Butirato de Cálcio). As análises de morfometria do jejuno foram realizadas em quatro aves por parcela experimental, aos 07, 14 e 21 dias de idade. Após eutanásia por deslocamento cervical, amostras de jejuno foram coletadas e fixadas em formol neutro tamponado a 10% por 24 horas. Os fragmentos de jejuno foram processados pelos métodos histológicos de rotina para inclusão em parafina, coloração pela Hematoxilina e Eosina (H.E.) e observados em microscópio óptico. Para as análises histométricas as lâminas foram observadas e fotografadas em um microscópio binocular de luz LEICA ICC50 HD[®] acoplado a uma câmera digital, conectada a um computador contendo uma placa de captura de imagem (ATI) através do *software* de captura Leica LAS EZ[®] (Leica Microsystems, Buffalo Grove, USA). A análise histométrica se deu através de medições realizadas em imagens digitais obtidas em objetiva de 10x. Nos animais do grupo tratado com Butirato de Cálcio (G2), foi observada uma melhora na conversão alimentar das aves de 1 a 21 dias de idade. Aos 7 e 21 dias de idade observou-se nas variáveis altura e largura das vilosidades diferença significativa ($p < 0,01$) em relação ao grupo controle. Aos 14 dias de idade não houve diferença significativa na morfometria do jejuno. A adição de

butirato de cálcio em dietas de frangos de cortes até o 21º dia de idade melhorou o desempenho zootécnico de frangos de corte.

Palavras-Chaves: ácidos orgânicos, aspectos zootécnicos, morfologia, butirato de cálcio

Abstract

The objective of this study was to evaluate the morphology of the jejunum and growth performance of broilers supplemented with calcium butyrate microencapsulated in diet until 21 days of age. 240 chicks were used on a day-life, distributed into two groups: control group G1 and G2-treated group (supplemented with calcium butyrate). The morphometric analysis of the jejunum was performed in four birds per experimental plot, the 07, 14 and 21 days old. After euthanasia by cervical dislocation, jejunum samples were collected and fixed in neutral buffered formalin 10% for 24 hours. The jejunum fragments were processed by routine histological methods for paraffin embedding, staining with hematoxylin and eosin (HE) and observed under an optical microscope. For Histometric analyzes the slides were observed and photographed in a light binocular microscope Leica ICC50 HD® coupled to a digital camera connected to a computer containing an image capture card (ATI) through the capture software Leica LAS EZ® (Leica Microsystems, Buffalo Grove, USA). The histometric analysis was done based measurements performed on digital images obtained at 10x objective. In groups treated with calcium butyrate (G2), an improvement in feed conversion in birds from 1 to 21 days of age was observed. At 7 and 21 days of age was observed in the variables height and width of the villi significant difference ($p < 0.01$) compared to the control group. At 14 days of age there was no significant difference in the jejune morphometry. The addition of calcium butyrate cuts of chicken diets until the 21st of age brought improvements to the growth performance of broiler chickens

Key Words: organic acids, zootechnical aspects, morphology, calcium butyrate

Introdução

A avicultura brasileira vem se desenvolvendo de forma expressiva nos últimos anos, registrando altos índices de crescimento e produtividade, se destacando no cenário mundial como uma das mais importantes, produzindo cerca de 12,30 milhões de toneladas de carne de frango no ano de 2013. Desta forma, o Brasil manteve-se como o terceiro maior produtor mundial de carne, atrás apenas de Estados Unidos, que produziu 16.976 milhões, e China, com 13.350 milhões de toneladas (Ubabef, 2014).

Para obter estes índices, na produção de carne de frango, os antimicrobianos moduladores de crescimento são aditivos utilizados na ração de aves para obtenção de melhores índices zootécnicos os quais permitem o aumento do ganho de peso e melhora na conversão alimentar. Eles também auxiliam o controle de agentes patogênicos nos processos digestivos além de reduzir a mortalidade. Entretanto, para alguns mercados consumidores, principalmente os da União Européia o uso de antimicrobianos foi restringido e muitos foram banidos, sendo permitida somente a sua utilização com finalidades terapêuticas (Nascimento, 2013).

Contudo, Langhout (2005) relatou que a retirada de antibióticos modulares de crescimento da dieta das aves resultaria em menor lucratividade para o setor, em função de diminuição no desempenho, em impacto negativo sobre a saúde dos animais e no aumento dos índices de mortalidade. Com a proibição destas drogas, as empresas de produção de carnes de frango tiveram que se adaptar, melhorando práticas de gestão e biossegurança, seleção genética, controle ambiental das instalações e mudanças na composição da dieta e no programa alimentar das aves (Costa et al., 2011).

Diante deste cenário, a utilização de antibióticos como promotores de crescimento tem levado os pesquisadores e os empresários a uma busca de aditivos alternativos (Lorençon et al., 2007), com a finalidade de reduzir as perdas na produtividade de frangos de corte (Araújo et al., 2007). Dentre os aditivos alternativos que têm sido utilizados para substituírem os antibióticos promotores de crescimento situam-se os prebióticos, probióticos, simbióticos, ácidos orgânicos e compostos fitogênicos (Niewold, 2007). No intuito de reduzir as perdas na produtividade, aditivos alternativos como as enzimas exógenas, prebióticos, probióticos, simbióticos, ácidos orgânicos e compostos fitogênicos estão sendo constantemente estudados para que se possa determinar até que ponto eles podem ou não ser utilizados, e em que condições são viáveis (Araújo et al., 2007).

Como um dos exemplos citados, os ácidos orgânicos, utilizados em dietas de frangos de corte apresentam como um de seus objetivos, realizar uma ação inibitória sobre o desenvolvimento de microorganismos, patógenos, ou seja, atua como uma barreira para impedir que os animais sejam acometidos por qualquer tipo de doença voltada ao sistema digestório (Ricke, 2003).

Oliveira et al. (1996), sugeriu o uso de ácidos orgânicos em dietas de aves, com o objetivo de diminuir a contaminação por bactérias em que a utilização desses aditivos também tem sido recomendada com o intuito de controlar a presença de fungos nas rações.

Como exemplo de aditivos utilizados na ração, temos o Butirato de Cálcio, este que atualmente é utilizado na dieta de leitões, e vem demonstrando bons resultados e segurança, se comparados aos antibióticos, mas ainda sendo pouco estudado.

Muitos ácidos orgânicos estão disponíveis na forma de sais de sódio, potássio ou cálcio, tendo a vantagem de serem geralmente inodoros e mais fáceis de manusear no processo de alimentação, devido a sua forma sólida e menos volátil (Canibe et al., 2001), são menos corrosivos e podem ser mais solúveis em água do que os ácidos livres (Partanen & Mroz, 1999). Em ensaios experimentais, o butirato de cálcio é frequentemente usado em vez de ácido butírico, uma vez que é sólido, estável e de odor menos intenso (Kotunia et al., 2004).

O butirato de cálcio é um sal de ácido graxo de cadeia curta, obtido naturalmente a partir da fermentação da flora intestinal benéfica, o butirato de cálcio é conhecido pelos seus efeitos favoráveis sobre a saúde. Usado como um suplemento alimentar para animais ele melhora a absorção de nutrientes, e assim melhora o desempenho zootécnico, também é utilizado por sua ação anti Salmonella e para reforçar a resposta imunológica específica (Canibe et al., 2001).

Sendo assim, a modernização mundial da indústria avícola junto às tendências de consumo em busca de alimentos seguros, que atendam as exigências dos países importadores da carne de frango brasileira, faz com que os ácidos orgânicos sejam uma alternativa em substituição ao uso de antibióticos. Onde este trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos morfológicos e morfométricos do jejuno, e zootécnicos de frangos de corte suplementados com butirato de cálcio microencapsulado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Pequenos Animais de Carpina (EEPAC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizadas 240 aves mistas com um dia de vida, alojados em 08 boxes experimentais medindo 1,5 m², com 30 aves cada box, com densidade de 20 frangos/m². Distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado. As aves foram alojadas em dois grupos com quatro repetições cada, onde os fatores foram duas rações experimentais: Controle: Ração sem suplementação de butirato de cálcio; Tratado (Butirato de Cálcio): Ração com suplementação de butirato de cálcio microencapsulado (0,3Kg/1000Kg de ração), e três períodos de coleta 7, 14 e 21 dias de idade.

As rações foram produzidas em uma fábrica comercial, mas em caráter especial de controle para o experimento. Os misturadores foram limpos antes de cada mistura para garantir que não houvesse contaminação ou incremento de algum ingrediente indesejado. Todas as rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2011) para as diferentes fases de desenvolvimento dos frangos (fase pré-inicial do 1º ao 7º dia, fase inicial do 8º ao 21º dia).

O programa de vacinação foi composto pela aplicação *in ovo*, no incubatório, da vacina para doença de Gumboro e Marek em dose única e no campo receberam a vacina contra a Doença de Newcastle (DNC) e Bronquite infecciosa (BiL - CEVA), por via ocular, no 1º dia de idade. As aves foram alojadas sobre cama de maravalha nova (primeiro lote), receberam água e ração à vontade e foram submetidas a 24 horas de luz/dia até o 7º dia de idade, e a 23 horas de luz/dia a partir do 8º até 21º dia de idade. Os frangos e as rações foram pesados no início de cada semana para determinação do consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar. Os dados referentes à mortalidade foram registrados diariamente.

As análises de morfometria do jejuno foram realizadas em quatro aves por parcela experimental, em aves com 07, 14 e 21 dias de idade, após eutanásia por deslocamento cervical, de acordo com a metodologia citada por Pelicano et al. (2003), amostras de 02 cm de jejuno foram coletadas e fixadas em formol a 10% em tampão fosfato 0,1M e pH 7,4, por 24 horas. Posteriormente foram colocadas em álcool a 70% e em seguida desidratadas em álcool etílico, impregnadas e incluídas em parafina.

Dos blocos de parafina foram obtidos cortes seriados em micrótomo semi-automático ajustado para 5µm (micrômetros). Os cortes obtidos foram colocados em lâmina de vidro e foram corados pela técnica de Hematoxilina-Eosina segundo os procedimentos de rotina do laboratório de histologia do departamento de morfologia e fisiologia da universidade federal rural de pernambuco. Para a realização das análises histométricas, as lâminas foram observadas e fotografadas em microscópio binocular de luz LEICA ICC50 HD[®] acoplado a uma câmera digital, conectado a um computador contendo uma placa de captura de imagem (ATI) através do *software* de captura Leica LAS EZ[®] (Leica Microsystems, Buffalo Grove, USA).

A análise morfométrica se deu através de medições realizadas em imagens digitais obtidas em objetiva de 10x. Foram mensurados de cada animal: 10 alturas das vilosidades intestinais, 10 médias de largura de vilosidades (média aritmética entre as medidas proximal, média e distal da vilosidade em relação à base das mesmas) e 10 distâncias entre as vilosidades (mensuradas na base das mesmas) segundo metodologia descrita por Alvarenga et al. (2004).

As fotomicrografias foram analisadas utilizando o software Image J[®]. A calibração do programa foi realizada utilizando uma fotomicrografia no mesmo aumento (10x) de uma régua micrométrica de 0,01 mm LEICA (50 mm – Referência 10310345), onde 156 pixels corresponderam a 100 micrômetros. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) do programa SAS, e as médias comparadas entre se pelo método de Tukey a 5% de significância. Foram realizadas também análises de correlação.

Resultados e Discussão

Houve um benefício geral na inclusão do butirato de cálcio na conversão alimentar das aves. Os índices de produção, como consumo médio de ração, conversão alimentar, ganho de peso e ganho médio diário (Tab. 1) ficaram dentro da média brasileira para a criação de frangos de corte em sistema industrial, descritos por Lana (2000).

Foi observado melhor conversão alimentar nos animais do grupo tratado com o butirato de cálcio em comparação com os do grupo controle, de 1 a 21 dias de idade. Observamos também maiores ganhos de peso e consumo de ração no período estudado. Estes resultados são contrários aos relatados por Vale et al. (2004); Campos et al. (2004) e Maiorka

et al. (2004), que na fase de 1 a 21 dias de idade, não observaram diferenças significativas no ganho de peso com o uso de ácidos orgânicos na ração de frangos de corte.

Segundo Anderson et al. (1999), os produtores aumentaram o uso de ácidos orgânicos e inorgânicos na avicultura, com o objetivo de substituir os antibióticos promotores de crescimento em dietas para frangos de corte. A redução da carga de microrganismos é a principal função atribuída a esses medicamentos, portanto, são esperados efeitos na prevenção de alterações digestivas e consequente melhoria na conversão alimentar, no ganho de peso e na digestibilidade.

Tabela 1. Média do consumo de ração, peso e conversão alimentar dos animais estudados nos períodos de 7, 14 e 21 dias de vida.

	Controle	Butirato de Cálcio
	7 dias	
Consumo de ração (g)	190	160
Peso (g)	167,44	172,56
Conversão alimentar	1,13	0,93
Ganho médio diário	23,92	24,65
Viabilidade %	93%	97%
	14 dias	
Consumo de ração (g)	580	570
Peso (g)	309	336,5
Conversão alimentar	1,88	1,69
Ganho médio diário	44,14	48,07
Viabilidade %	96%	96%
	21 dias	
Consumo de ração (g)	1.180	1.150
Peso (g)	532	546
Conversão alimentar	2,22	2,11
Ganho médio diário	75,93	77,93
Viabilidade %	97%	98%

Os resultados referentes à análise morfométrica da altura e largura das vilosidades e da distância das vilosidades do jejuno (figura 1) apresentados na tabela 2, evidenciaram diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Aos 7 dias de idade observou-se nas variáveis altura e largura das vilosidades, diferença significativa ($p < 0,01$), entre os grupos estudados, sendo os valores maiores nos animais do grupo tratado. Em relação à distância das vilosidades, não houve diferença significativa entre os grupos.

O número e o tamanho das vilosidades dependem do número de células que o compõem. Assim, quanto maior o número de células, maior o tamanho da vilosidade e por consequência, maior a área de absorção de nutrientes (Macari e Maiorka, 2000). Os resultados encontrados no presente trabalho (Tab. 2) indicaram vilosidades mais altas no grupo tratado com o butirato de cálcio aos 7 dias de idade, quando comparado com o grupo controle (não tratado).

Tabela 2. Média da altura, largura e distância das vilosidades do jejuno de frangos de corte, dos animais dos grupos estudados aos 7 dias de idade.

Tratamento	Variáveis estudadas – 7 dias		
	Altura da vilosidade (μm)	Largura da vilosidade (μm)	Distância da vilosidade (μm)
Controle	558,82 $\pm$ 53,10	119,14 $\pm$ 16,61	33,05 $\pm$ 6,33
Butirato de Cálcio	666,78 $\pm$ 123,07**	139,83 $\pm$ 10,18**	30,15 $\pm$ 5,98 ns

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) /* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = < p < 0,05$) / ns não significativo ($p \geq 0,05$)

A tabela 3 apresenta os valores médios de altura e largura das vilosidades do jejuno dos animais dos grupos estudados com 14 dias de idade. Observa-se que não houve diferença significativa entre os grupos estudados nas alturas e distância entre as vilosidades ($P < 0,01$). Contudo no grupo controle houve aumento significativa ($p < 0,01$) na largura das vilosidades em relação ao grupo tratado.

Tabela 3. Média da altura, largura e distância das vilosidades do jejuno de frangos de corte que receberam ou não dietas suplementadas com butirato de cálcio aos 14 dias de idade.

Tratamento	Variáveis estudadas – 14 dias		
	Altura da vilosidade (μm)	Largura da vilosidade (μm)	Distância da vilosidade (μm)
Controle	911,29 $\pm$ 160,63	158,09 $\pm$ 29,93**	43,54 $\pm$ 16,03
Butirato de Cálcio	876,90 $\pm$ 162,92 ns	117,89 $\pm$ 15,76	39,94 $\pm$ 12,26 ns

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$) /* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 = < p < 0.05$) / ns não significativo ($p \geq 0.05$)

Aos 21 dias de idade observamos que houve diferença significativa ($p < 0,01$) nos parâmetros estudados (altura, largura e distância das vilosidades), entre os grupos estudados (Tab. 4).

Chaveerach et al. (2004), Van Immerseel et al. (2004), relatam que a altura das vilosidades intestinais está diretamente relacionada com a capacidade de absorção de nutrientes e o aumento da altura de vilosidades pode ocorrer devido à maior proliferação de células na cripta ou inibição da perda celular no ápice das vilosidades. Esta pode estar relacionada à redução da ação de microorganismos. Dessa forma é possível supor que a inibição da colonização e multiplicação de microorganismos, concomitante à ação dos acidificantes como, por exemplo, o butirato de cálcio, beneficia a mucosa intestinal.

Tabela 4. Média da altura, largura e distância das vilosidades do jejuno de frangos de corte dos animais dos grupos estudados aos 21 dias de idade.

Tratamento	Variáveis estudadas – 21 dias		
	Altura da vilosidade (μm)	Largura da vilosidade (μm)	Distância da vilosidade (μm)
Controle	1231,94 $\pm$ 193,12	126,43 $\pm$ 25,17	41,04 $\pm$ 9,66
Butirato de Cálcio	1435,31 $\pm$ 132,49**	153,21 $\pm$ 25,54**	58,02 $\pm$ 12,30**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$) /* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 = < p < 0.05$) / ns não significativo ($p \geq 0.05$).

Baseados nos índices produtivos alcançados nos tratamentos e o preço do frango à R\$ 2,80, a análise econômica demonstrou que o grupo tratado com butirato de cálcio apresentou margens econômicas positivas em comparação ao grupo controle (Tab. 5). Este resultado se deve principalmente ao melhor índice de eficiência produtiva das aves deste tratamento, devido a menor mortalidade, menor consumo e menor custo da ração deste tratamento. Se tornando viável a utilização do butirato de cálcio na produção de frangos de corte.

O estudo da mucosa intestinal representa uma extensa área de exposição a agentes exógenos presentes nessa região a partir do início da ingestão, digestão e na absorção de nutrientes, a mucosa intestinal tem crescimento constante, com destaque para a presença de microrganismos no intestino. A microbiota intestinal desempenha importante papel na manutenção da saúde animal (Vieira et al., 2006).

Tabela 5. Receita de faturamento de custo de frangos de corte do grupo controle e grupo tratado com butirato de cálcio aos 7, 14 e 21 dias de idade.

Variáveis	Tratamentos		
	Butirato x Controle (7 dias)	Butirato x Controle (14 dias)	Butirato x Controle (21 dias)
Receita - R\$	2290,37 x 1690,83	248,61 x 6.85	606,69 x 651,45
Diferença	599,53	241,76	44,46

Figura 1: Fotomicrografias do jejuno de aves onde se observa (setas): vilosidades (A), altura da vilosidade (B), largura da vilosidade (C) e distância entre vilosidades (D) aos 21 dias de idade. Coloração: H. E.

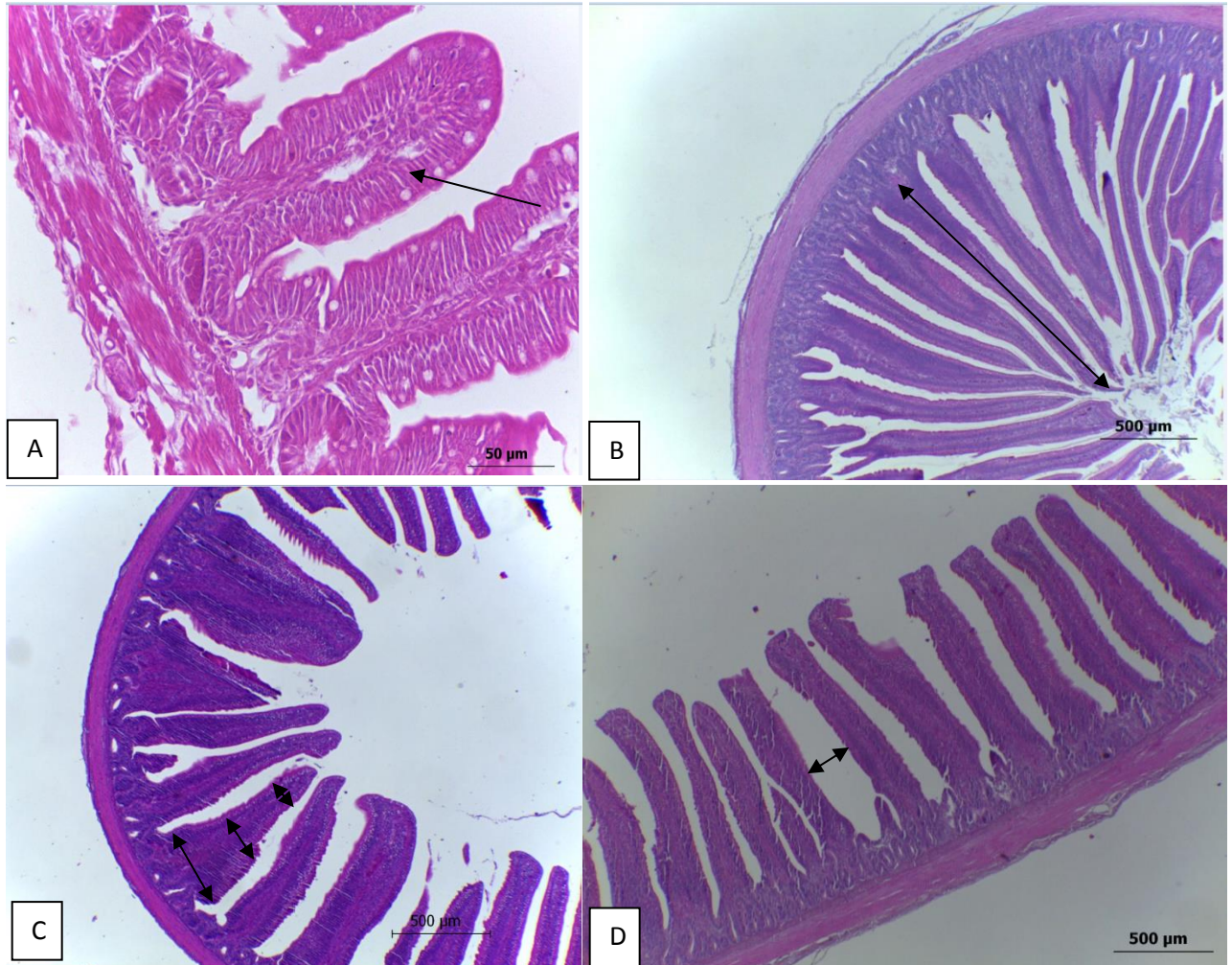
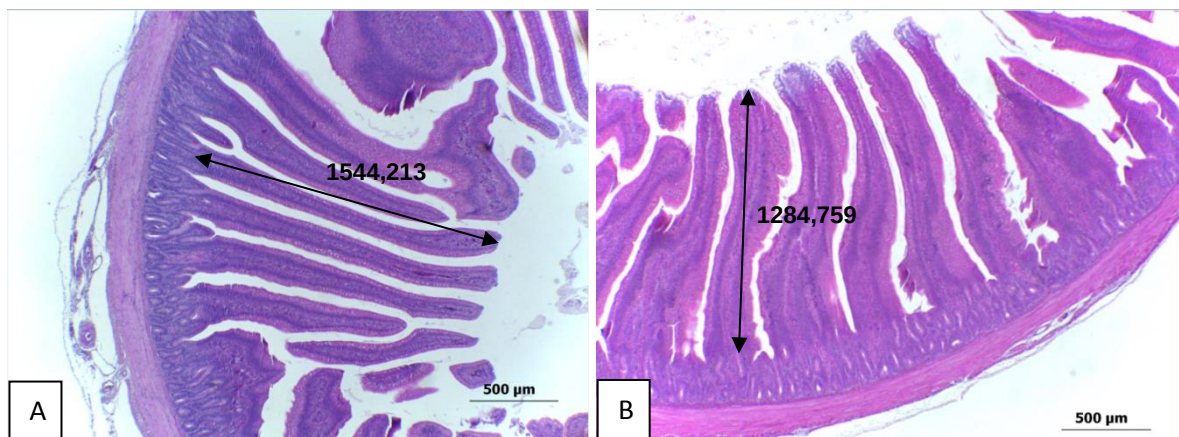


Figura 2: Fotomicrografias do jejuno de aves onde se observa (setas) a altura da vilosidade do grupo tratado com o butirato de cálcio (A) em relação ao grupo controle (B) aos 21 dias de idade. Coloração: H. E.



Conclusão

Baseado em nossos resultados podemos concluir que a suplementação com Butirato de cálcio microencapsulado na dieta de frangos de corte na fase inicial de produção (até 21 dias de idade), melhorou os aspectos zootécnicos (ganho de peso diário, viabilidade, conversão alimentar e consumo de ração diária). Observamos também que nos aspectos morfológicos as aves suplementadas com o butirato de cálcio apresentaram uma melhor conservação das vilosidades, principalmente aos 21 dias de idade, sendo recomendado o seu uso visando à melhoria na absorção intestinal e conseqüentemente no desempenho animal. Sendo a adição de butirato de cálcio na ração uma opção viável na produção de frangos de corte.

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, pela oportunidade de desenvolver o experimento. À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Referências

- ALVARENGA, B. O.; BELETTI, M. E.; FERNANDES, E. A.; SILVA, M. M.; CAMPOS, L. F. B.; RAMOS, S. P. Efeitos de fontes alternativas de fósforo nas rações de engorda e abate sobre a morfologia intestinal de frangos de corte. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 55–59, 2004.
- ANDERSON, D. B.; MCCracken, V. J.; AMINOV, R. I.; SIMPSON, J. M.; MACKIE, R. I.; VERSTEGEN, M. W. A.; GASKINS, H. R. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. *Pig News and Information*, v.20, p.115N-122N, 1999.
- ARAÚJO, J. C.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L.; LIMA, M. R., LIMA, C. B. Uso de aditivos na alimentação de aves. *Acta Veterinária Brasília, Mossoró*, v.1, n. 3, p. 69-77, 2007.
- CAMPOS, M. P. A.; RABELLO, C. B. V.; SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; KUANA, S.; GUT, F. Utilização do ácido fumárico em dietas de frango de corte com baixa energia metabolizável. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 26, n. 1, p. 35-39, 2004.
- CANIBE, N.; STEIEN, S. H.; OVERLAND, M.; JENSEN, B. B. Effect of K-diformate: in starter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets, and gastric alterations. *Journal of Animal Science*. Albany, v.79, p. 2123-2133, 2001.

CHAVEERACH, P.; KEUZENKAMP, D. A.; LIPMAN, L. J. A.; VAN KNAPENT, F. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* 143 infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological changes. *Poultry Science, Champaign*, v.83, p.330-334, 2004.

COSTA, P. M.; OLIVEIRA, M.; RAMOS, B.; BERNARDO, F. The impact of antimicrobial use in broiler chickens on growth performance and the occurrence of antimicrobial resistant *Escherichia coli*. *Livestock Science, Foulum*, v. 136, p. 262-269, 2011.

KOTUNIA, A.; WOLIŃSKI, J.; LAUBITZ, D.; JURKOWSKA, M.; ROMÉ, V.; GUILLOTEAU, P.; ZABIELSKI, R. Effect of sodium butyrate on the small intestine development in neonatal piglets feed by artificial sow. *Journal of Physiology and Pharmacology*, v. 55, p. 59-68, 2004.

LANA, G. R. Q. Avicultura. Campinas: ED. RURAL, 2000. 268p.

LANGHOUT, P. Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: A visão da indústria e recentes avanços. *Anais... Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas*, Campinas, Brasil, p.21-33, 2005.

LORENÇON, L.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; POZZA, M. S. S.; APPELT, M. D.; SILVA, W. T. M. Utilização de promotores de crescimento para frangos de corte em rações fareladas e peletizadas. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. Maringá, v.29, n.2, p. 151-158. 2007.

MACARI, M., MAIORKA, A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. *Anais... Campinas: Facta*, 2000, p.161-174.

MAIORKA, A.; SANTIN, A. M. E.; BORGES, S. A.; OPALINSKI, M.; SILVA, A. V. F. Emprego de uma mistura de ácidos fumárico, láctico, cítrico e ascórbico em dietas iniciais de frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, v. 9, n. 1, p. 31-37, 2004.

NASCIMENTO, G. M. *Utilização de produtos alternativos aos antibióticos moduladores de crescimento na produção de frango de corte*. Goiânia, p. 33, 2013.

NIEWOLD, T. A. The nonantibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, n. 4, p. 605-609, 2007.

OLIVEIRA, G. H.; BERCHIERI JÚNIOR, A.; BARROW, P. A.; SILVA, D. M. Uso de ácidos graxos de cadeia curta no controle de *Salmonella* em rações de aves. IN: CONFERÊNCIA APINCO'96 DECIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1996, Curitiba, PR. *Anais...* Curitiba: APINCO, 1996. 210p. p. 83.

PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutrition Research Reviews*, Cambridge, v.12, n.1, p.117-145, 1999.

PELICANO E. R. L.; SOUZA P. A, SOUZA H. B. A.; OBA A.; NORKUS E.A.; KODAWARA L. M.; LIMA T. M. A. Effect of different probiotics on broiler carcass and meat quality. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*; v. 5, n. 3, p. 207-214. 2003.

RICKE, S. C. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poultry Science*, v. 82, p. 632-639, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais*. 3º ed. VIÇOSA: UFV, Departamento de Zootecnia, p.252, 2011.

UBABEF, União Brasileira de Avicultura. *Relatório anual*. São Paulo, 2013/2014. Disponível em [HTTP://www.ubabef.com.br](http://www.ubabef.com.br).

VALE, M. M.; MENTEN, J. F. M.; MORAIS, S. C. D.; BRAINER, M. M. A. Mixture of formic and propionic acid as additives in broiler feeds. *Science Agricol*y, v. 61, n. 4, p. 371-375, 2004.

VIEIRA, B.S.; FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A.A.; CAMPOS, D.M.B.; ROSA, P.S.; FURLAN, R.L. Administração in ovo de glutamina e de lisina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos na primeira semana pós-eclosão. **ARS Veterinária**, v. 22, p. 170-175, 2006.

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



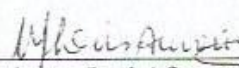
Universidade Federal Rural de Pernambuco
 Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n,
 Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE

Comissão de ética no uso de animais - CEUA

Licença para o uso de animais em experimentação e/ou ensino

O Comitê de ética no uso de animais CEUA da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições, autoriza a execução do projeto discriminado abaixo. O presente projeto também se encontra de acordo com as normas vigentes no Brasil, especialmente a Lei 11794/2008.

Número da licença	126/2014
Número do processo	23082.017035/2014
Data de emissão da licença	13 de Outubro de 2014
Título do Projeto	Avaliação morfológica, imunológica e zootécnica de frangos de corte inoculados com butirato de sódio in ovo e suplementados com butirato de sódio microencapsulado na fase inicial de produção.
Finalidade (Ensino, Pesquisa, Extensão)	Pesquisa
Responsável pela execução do projeto	Joaquim Evêncio Neto
Colaboradores	Wanessa Noadya Ketry de Oliveira; Jéssica Lima Silva.
Tipo de animal e quantidade total autorizada	Ave; total de 480 animais


 Prof.ª. Dra. Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim
 (Presidente da CEUA-UFRPE)



Prof.ª. Dra. Marleyne Amorim
 Coordenadora CEUA