

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**USO DE ACIDIFICANTES EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE:  
RESÍDUOS NO TRATO DIGESTIVO E EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO  
ANIMAL E MORFOLOGIA INTESTINAL**

EDUARDO SPILLARI VIOLA  
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do  
Grau de Doutorado Zootecnia  
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Março 2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha esposa Teresa Herr Viola suporte indispensável, colaboradora incansável, companheira nas horas difíceis, estímulo sempre necessário.

Aos meus pais Eniltur Anes Viola e Elizabeth Spillari Viola, orientadores, amigos, carinho sempre necessário e espelhos a quem dedico minha formação.

Aos meus irmãos Fabiana Spillari Viola, Luciana Spillari Viola e Marcelo Spillari Viola, sempre presentes.

Em especial ao meu filho Marcelo Herr Viola, amor e estímulo a quem dedico este trabalho.

## **USO DE ACIDIFICANTES EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE: RESÍDUOS NO TRATO DIGESTIVO E EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO ANIMAL E MORFOLOGIA INTESTINAL<sup>1</sup>**

Autor: Eduardo Spillari Viola  
Orientador: Sérgio Luiz Vieira  
Co-orientador: Fernando Rutz

### **RESUMO**

Três experimentos foram conduzidos para determinar o efeito de diferentes misturas de acidificantes no desempenho, morfologia e presença de resíduos de ácidos orgânicos no intestino delgado de frangos de corte. Nos experimentos 1 e 2 foram utilizados 2.112 frangos de corte distribuídos em 6 tratamentos (Experimento 1) e 8 tratamentos (Experimento 2). Foi observado um efeito benéfico geral das misturas de acidificantes na dieta no desempenho dos frangos de corte. Não houve diferença em relação as dietas Controle Positivo e resposta superior, em comparação as dietas Controle Negativo. Houve efeito positivo da inclusão de misturas de acidificantes na morfologia intestinal, em relação as dietas Controle Negativo. Não houve diferença entre os tratamentos para o número de vilos por quadrante. A altura das vilosidades foi significativamente inferior para as aves do Controle Negativo. A profundidade de cripta foi significativamente superior para os animais recebendo as dietas com acidificantes. O intestino delgado das aves do Controle Negativo foi mais pesado e mais comprido do que os demais tratamentos, sendo o seu peso maior em função do peso para jejuno e íleo, mas não para o do duodeno. Foi observada correlação negativa entre o nível de acidificante na dieta e a concentração de ácidos nas secções do intestino delgado. A adição de acidificantes na dieta influenciou o padrão de concentração dos ácidos no intestino delgado, no entanto este é constante nos dois períodos de tempo analisados, 7 e 21 dias de idade. A adição de misturas de ácidos orgânicos foi eficiente na manutenção do desempenho e condições morfológicas do intestino delgado de frangos de corte.

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Zootecnia - Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (196 p.) Março 2006.

**THE USAGE OF ACIDIFIER BLENDS IN BROILER DIETS:  
RESIDUES IN DIGESTIVE TRACT AND EFFECTS ON ANIMAL  
PERFORMANCE AND INTESTINAL MORPHOLOGY<sup>1</sup>**

Author: Edardo Spillari Viola  
Advisor: Sérgio Luiz Vieira  
Co-advisor: Fernando Rutz

**ABSTRACT**

Three experiments were conducted to verify the effect of different acidifier blends on animal performance, intestinal morphology and organic acid residual on small intestine of broilers. There was used 2.112 broiler chicks in each, allocated in 6 treatments (Experiment 1) corresponding to different blends and acidifier blends doses (dose in kg/ton in pre-starter/starter/grower phase): and 8 treatments (Experiment 2). There was a beneficial general effect of including acidifier blends on broiler performance. There was no difference in comparing with Positive Control and a better response in relation to Negative Control. There was positive effect of acidifier blend inclusion on intestinal morphology in comparing to Negative Control diets. No difference was found for villi number per quadrant and there was a positive effect of acidifier blends and antibiotic growth promoter to villi height. That was superior to Negative Control. Crypt depth was superior to animals on diets with acidifier blends. Small intestine of Negative Control birds was heavier and longer than others. The weight of jejunum and ileum was higher but not to duodenum. There was observed a negative correlation to acidifier blend inclusion in diet and acid concentration on the different small intestine sections. The acidifier diet supplementation had influence on acid standard concentration on small intestine. The acid concentration on small intestine is constant on different period studied. The supplementation of acidifier blends was efficient on maintaining the performance and morphological conditions on small intestine of broiler birds.

---

<sup>1</sup> Doctoral thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (196 p.) March, 2006.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	10
INTRODUÇÃO .....	11
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
USO DE ANTIMICROBIANOS EM DIETAS ANIMAIS .....	14
EFEITO DOS ANTIBIÓTICOS NA EFICIÊNCIA ALIMENTAR.....	16
INTESTINO DELGADO .....	17
MICROBIOTA INTESTINAL – BENEFÍCIOS E CUSTOS.....	17
ÁCIDOS E SUAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	19
Constante de dissociação .....	20
ÁCIDOS ORGÂNICOS .....	23
Ácidos Orgânicos - descrição.....	25
Ácido Láctico .....	25
Ácido Propiônico.....	26
Ácido Butírico .....	26
Ácido Fórmico.....	27
Ácido Acético.....	28
Ácido Succínico .....	28
Ácido Cítrico .....	28
Ácidos orgânicos – modos de ação .....	29
Ácidos orgânicos - atividade antimicrobiana .....	29
Absorção e metabolismo.....	31
Ácidos orgânicos – uso em dietas de frangos de corte .....	33
CAPACIDADE TAMPONANTE DA DIETA .....	34
DETERMINAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS.....	35
HIPÓTESES E OBJETIVOS .....	37
CAPÍTULO 2 - Suplementação de acidificantes em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal.....	38
CAPÍTULO 3 - Suplementação de acidificantes em dietas de frangos de corte : desempenho zootécnico e alterações na morfologia intestinal .....	72
CAPÍTULO 4 – Suplementação de acidificantes em dietas de frangos de corte: análise de ácidos carboxílicos na digesta intestinal .....	107
ANÁLISE DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS NA DIGESTA INTESTINAL .....	108
CAPÍTULO 5 .....	125

CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	126
CONCLUSÕES .....	140
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	142
APÊNDICES .....	154
DADOS ORIGINAIS .....	179
VITA .....	196

## INDICE DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 2.6.1. Ácidos carboxílicos – nomenclatura e propriedades químicas. .... 24

Tabela 2.6.2. Ácidos dicarboxílicos – nomenclatura e propriedades químicas. 24

Tabela 2.6.3. ácidos carboxólicos – propriedades químicas..... 25

### Capítulo 2

Tabela 1. Proporção de acidificantes nas misturas utilizadas e seus valores de Energia Metabolizável (kcal/ kg) e nutrientes, % ou conforme indicado. .... 53

Tabela 2. Quantidades dos acidificantes utilizados na composição dos tratamentos, kg/Ton<sup>1</sup>. ..... 53

Tabela 3. Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais Pré-iniciais (1 a 7 dias de idade). ..... 54

Tabela 4. Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais iniciais (7 a 21 dias de idade). ..... 56

Tabela 5. Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais crescimento (21 a 35 dias de idade). ..... 58

Tabela 6. Ganho de peso corporal médio de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, g/ave..... 53

Tabela 7. Conversão Alimentar de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes.61

Tabela 8. Consumo de alimento de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, g/ave. .... 62

Tabela 9. Consumo de água de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, mL/ave/dia..... 63



Tabela 10. Peso relativo das secções do intestino delgado, aos 14 dias de idade, de frangos de corte consumindo dietas com antibióticos promotores de crescimento ou diferentes misturas de acidificantes, % do peso corporal. .... 64

Tabela 11. Comprimento das diferentes secções do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, aos 14 dias de idade, cm. .... 65

Tabela 12. Relação peso: comprimento das diferentes secções do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, aos 14 dias de idade, g/cm. .... 66

Tabela 13. Número de vilos por quadrante, altura de vilos e profundidade de cripta, do duodeno de frangos de corte, aos 14 dias de idade, alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes. .... 67

### **Capítulo 3**

Tabela 1. Quantidades de misturas de acidificantes utilizados na composição dos tratamentos, kg/ton (A, B, C, D) ou L/1.000 L de água(E). .... 88

Tabela 2. Proporção de acidificantes nas misturas utilizadas e seus valores de Energia Metabolizável (Kcal/ kg) e nutrientes, % ou conforme indicado. .... 88

Tabela 3. Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais Pré-iniciais (1 a 7 dias de idade). .... 89

Tabela 4. Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais iniciais (7 a 21 dias de idade). .... 91

Tabela 5. Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais crescimento (21 a 35 dias de idade). .... 93

Tabela 6. Ganho de peso corporal de frangos de corte consumindo dietas contendo misturas de acidificantes, g/ave. .... 88

Tabela 7. Consumo de alimento de frangos de corte consumindo dietas contendo misturas de acidificantes. .... 96

Tabela 8. Conversão alimentar de frangos de corte consumindo dietas contendo misturas de acidificantes. .... 97

Tabela 9. Consumo de água de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, mL/ave/dia. .... 98

Tabela 10. Relação consumo de água: consumo de alimento de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, mL/g. .... 99

Tabela 11. Peso relativo das secções do Intestino Delgado aos 7 e 21 dias de idade de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, % do peso corporal. .... 100

Tabela 12. Comprimento das secções do intestino delgado aos 7 e 21 dias de idade de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, cm. .... 101

Tabela 13. Relação peso: comprimento das secções do intestino delgado aos 7 e 21 dias de idade de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, g/cm..... 102

#### **Capítulo 4**

Tabela 1. Quantidades de misturas de acidificantes utilizados na composição dos tratamentos, kg/ton (A, B, C, D) ou L/1.000 L de água(E)..... 119

Tabela 2. Proporção de acidificantes nas misturas utilizadas e seus valores de Energia Metabolizável (Kcal/ kg) e nutrientes, % ou conforme indicado..... 119

Tabela 3. Correlação entre os ácidos orgânicos das misturas acidificantes das dietas e dos resíduos determinados na digesta de frangos de corte nas diferentes secções do trato digestivo (entre parêntesis a probabilidade)..... 119

Tabela 4. Conteúdo de ácido acético, propiônico, butírico e láctico da digesta de frangos de corte alimentados com diferentes misturas de ácidos orgânicos aos 7 dias de idade, mMol/g. .... 120

Tabela 5. Conteúdo de ácido acético, propiônico, butírico e láctico da digesta de frangos de corte alimentados com diferentes misturas de ácidos orgânicos aos 21 dias de idade, mMol/g. .... 121

## **CAPÍTULO 1**

## INTRODUÇÃO

A globalização da agricultura tem proporcionado alterações significativas nos sistemas de produção animal. Na avicultura e na suinocultura, sob forte influência do mercado consumidor. As exigências do mercado europeu como a proibição do uso de antibióticos promotores de crescimento, da utilização de subprodutos de origem animal e de organismos geneticamente modificados são bem conhecidas.

A indústria de produção de carnes tem se caracterizado nos últimos anos pelo aumento na eficiência de produção, excesso de oferta e redução do custo dos produtos carneos no mercado internacional. Como consequência, surgiu a necessidade de redução dos custos de produção e aumento da eficiência econômica, sendo, portanto, imprescindível o uso de tecnologias modernas, nas quais os insumos que melhoram a produtividade devem ser usados (Bellaver e Schuermann, 2004).

A suplementação de antimicrobianos nas dietas de suínos e aves tem sido utilizada com finalidades profiláticas e como meio de melhorar o crescimento e a utilização de alimentos pelos animais. Historicamente tem sido contestado, alegando-se que essa é uma forma de estabelecer nos suínos e aves reservatórios para organismos patógenos resistentes a antibióticos específicos isolados em humanos.

A retirada dos antibióticos das dietas tem como conseqüências o aumento no custo do controle de doenças subclínicas, a redução na eficiência de utilização dos nutrientes, o aumento do uso de antibióticos com fins terapêuticos, o aumento do número de lotes acometidos por diarreia em suínos, enterite necrótica (*Clostridium perfringens*), coccidiose subclínica em aves (Mateos et al, 2000, DANMAP, 2004). Como resultado, observa-se perda da eficiência produtiva, com o aumento do custo de produção.

As alternativas para a retirada dos antibióticos nas dietas são: a) melhoria das condições de manejo, climatização e higiene; b) estabilização da flora intestinal normal, c) redução da carga bacteriana no trato digestivo; d) melhoria da vitalidade de enterócitos e vilos; e) redução da ingestão de substâncias imunossupressoras; f) melhoria na utilização dos alimentos e da digestão; g) controle da coccidiose. Essas alternativas devem considerar que os produtos substitutivos devem ser baratos eficientes e de fácil aplicação. O uso de ácidos orgânicos, como controlador da carga microbiana no trato digestivo e promotor de melhoria da morfologia intestinal, é aquela que, de forma isolada, tem demonstrado os melhores resultados.

Os objetivos destes trabalhos foram os de verificar o efeito da suplementação de diferentes misturas de ácidos orgânicos nas dietas de frangos de corte como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento, e seus efeitos sobre o desempenho animal (medido como ganho de peso e conversão alimentar), características anatômicas (como peso e comprimento de segmentos do intestino delgado), fisiológicas, (como o consumo de

alimento) e a permanência dos ácidos orgânicos nos diversos segmentos do intestino delgado.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **Uso de antimicrobianos em dietas animais**

Os antimicrobianos são possivelmente a descoberta mais importante da história da medicina. A era dos antibióticos começou nos anos 30 quando as primeiras sulfonamidas começaram a ser utilizadas em medicina humana. A penicilina, primeiro antibiótico, foi descoberta e introduzida em terapêutica em 1940, sendo logo utilizado em produção animal (Commission on Antimicrobial Feed Additives, 1997). Moore et al. (1946) foram possivelmente os primeiros a demonstrar esse efeito em dietas para aves.

Os antibióticos têm uso terapêutico ou profilático em aves e suínos. São também um aditivo nas dietas com efeitos econômicos favoráveis como promotores de crescimento com resultados positivos na melhoria do desenvolvimento. Porém, seu uso prolongado é questionável com respeito ao bem estar e à saúde animal (Commission on Antimicrobial Feed Additives, 1997).

A introdução dos antibióticos como aditivo promotor de ganho de peso contribuiu para o aumento da eficiência econômica do sistema de produção. A partir de 1951 a suplementação de antibióticos promotores de crescimento nas dietas se tornou uma prática comum na indústria (NRC, 1998). Os antibióticos utilizados para tratamento ou prevenção de infecções

bacterianas em animais são da mesma classe de compostos utilizados na medicina humana. Os dados relatam o uso de 3494 toneladas de agentes antimicrobianos utilizados como as tetraciclinas (2294 t) correspondendo a mais de 2/3 de todos os antibióticos utilizados em regimes terapêuticos em medicina veterinária (Schwarz et al., 2001).

Apesar dos conhecidos benefícios associados à produção animal, o uso de antibióticos como promotor de crescimento sempre teve seu uso contestado. É atribuído o desenvolvimento de resistência bacteriana, embora, nunca com comprovação dos dados (NRC, 1998). Os antibióticos devem ser considerados parte integrante dos métodos de controle preventivo e não a primeira alternativa (Wierup, 2000).

Os últimos anos têm sido de profundas mudanças nas atitudes dos consumidores, especialmente na Europa (Williams, 1995; Petry, 2002). Os consumidores têm forçado modificações, como a proibição do uso de antibióticos como aditivo alimentar. O primeiro país a proibir o uso de antibióticos promotores de crescimento foi a Suécia em 1993. O uso de promotores de crescimento foi proibido na Dinamarca em março de 1998, na produção de suínos em crescimento e terminação e em janeiro de 2000 na produção de leitões. A Comunidade Européia proibiu o uso de tilosina, espiramicina, bacitracina, virginamicina, carbadox e olaquinox, em 1999, sendo que a partir de janeiro de 2006 o uso de antibióticos passa a ser proibido nas dietas de aves e suínos nos países da Comunidade Européia (EC,2003). A principal consequência da retirada dos antibióticos promotores de crescimento foi o aumento da incidência de diarreias em suínos, e o aumento do uso de



antibióticos nos processos de controle terapêutico. A produtividade da indústria de frangos (produção/m<sup>2</sup>) não foi afetada; no entanto, a conversão alimentar piorou (+0,016kg/kg) (Hedgaard, 2001, Dibner e Richards, 2005).

### **Efeito dos antibióticos na eficiência alimentar.**

Os antibióticos promovem o crescimento e a eficiência alimentar das aves e suínos. O efeito incluiu a maior capacidade de ganho de peso, mas, normalmente envolve a eficiência alimentar. Os mecanismos de promoção de crescimento estão focados nas interações entre antibióticos e microbiota do trato digestivo. O efeito direto dos antibióticos promotores de crescimento está na redução da competição por nutrientes e redução nos metabólitos microbianos que reduzem o crescimento (Vizek, 1978, Anderson et al. 1999). Efeitos adicionais incluem a redução no tamanho intestinal, incluindo espessura de vilosidades e parede intestinal (Coates et al., 1955). Esses podem ser resultantes da perda de proliferação celular na mucosa na ausência de ácidos graxos de cadeia curta derivados de fermentação microbiana (Frankel et al., 1994). A redução na espessura da parede celular e lâmina própria e o aumento da altura dos vilos têm sido utilizadas para explicar o aumento de digestibilidade de nutrientes, pelo aumento da capacidade de absorção e redução do custo de manutenção observado com o uso de antibióticos promotores de crescimento.

### **Intestino Delgado**

O consumo de dieta é acompanhado pelo rápido desenvolvimento do trato digestivo e dos órgãos associados, importantes para facilitar a absorção dos nutrientes ingeridos (Uni, 2001). O intestino delgado é sensível à presença dos componentes do alimento no lúmen. Estes nutrientes são fundamentais para o metabolismo da mucosa (Dibner et al., 1996; Geyra et al, 2001b). Nos primeiros dias de vida do animal ocorre um rápido período de crescimento e de desenvolvimento, associados às múltiplas alterações estruturais e funcionais do intestino delgado, e que dependem fundamentalmente da nutrição oferecida ao animal (Núñez et al., 1996). Portanto, o *turnover* constante das células dos vilos pode ser alterado em resposta a um agente ou fator (Maiorka, 2001).

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).

### **Microbiota intestinal – benefícios e custos**

O trato gastrintestinal dos vertebrados contém um grupo diverso de espécies na microbiota, embora bactérias, especialmente as gram-positivas, predominem. Acima de 500 espécies de bactérias habitam o trato digestivo, com um número em torno de  $10^{10}$  a  $10^{12}$  células/g de conteúdo fecal, o que perfaz em torno de 10 células bacterianas para cada célula do animal hospedeiro. A população bacteriana influencia uma variedade de processos

imunológicos, fisiológicos, nutricionais e de proteção no trato gastrointestinal e exerce efeitos na saúde, no desenvolvimento e no desempenho de não ruminantes (Gaskins, 2001, Gauthier, 2002; Hart et al., 2002).

A microbiota beneficia os animais hospedeiros com proteção, prevenindo a colonização por patógenos, fenômeno conhecido como exclusão competitiva. Um segundo benefício é o estímulo do desenvolvimento de defesas intestinais, incluindo a camada de muco, a camada epitelial e a lâmina própria. A camada de muco segrega microorganismos normais e patogênicos dos tecidos do hospedeiro, enquanto o epitélio fornece uma barreira à entrada de microorganismos. Um terceiro nível de benefício são os nutrientes secretados, como ácidos de cadeia curta (lático, butírico, acético e propiônico), aminoácidos e vitaminas. Os ácidos de cadeia curta fornecem energia; além disso, na forma não dissociada auxiliam no controle de microorganismos não desejados, estimulam a proliferação de células epiteliais e o tamanho de vilosidades, aumentando a superfície de absorção (Hart et al., 2002; Dibner e Richards, 2005).

No entanto, esses benefícios têm um custo. As bactérias comensais apresentam uma diversidade nutricional e potencial digestivo superior ao do hospedeiro. Competem por nutrientes, secretam compostos tóxicos e induzem o processo de resposta imune/inflamatória no trato gastrointestinal, estimulam a rápida renovação das células epiteliais, estimulam o aumento na secreção de muco pelas células intestinais de Goblet, calciformes (Deplancke e Gaskins, 2001). Nutrientes que não podem ser atacados pelas enzimas do hospedeiro são utilizados pelas bactérias. Esses efeitos representam um custo negativo na

saúde e no desempenho animal. O trato gastrointestinal representa 5% do peso corporal, mas necessita de 15 a 35% do oxigênio total consumido pelo organismo devido à sua taxa de renovação celular e metabolismo. Além disso, 90% do total de proteínas sintetizadas pelo trato gastrointestinal são perdidas, devido à secreção de muco e descamação celular (Gaskins, 2001; Apajalahti, 2005).

O crescimento bacteriano no intestino delgado representa alto custo, uma vez que nesse local, a digesta é rica em nutrientes, ocorre competição por açúcares simples e aminoácidos. Os animais não ruminantes apresentam mecanismos que dificultam o desenvolvimento de bactérias nesse sítio, como inibição química, alta taxa de absorção, passagem rápida do alimento, descamação contínua das células do epitélio e mecanismos imunológicos de defesa (IgA) (Apajalahti, 2005).

### **Ácidos e suas características químicas**

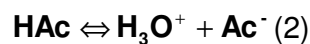
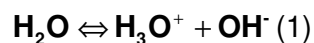
Os ácidos são definidos como doadores de prótons enquanto as bases são receptores. Um doador de prótons e o seu receptor correspondente formam o que se denomina par ácido-base conjugado. Por exemplo, o ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) um doador de prótons e o anion acetato ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ), 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.

### Constante de dissociação

Os processos bioquímicos apresentam grupos funcionais que são ácidos e bases fracos. O comportamento de dissociação dos grupos funcionais é importante no entendimento da influência do pH do meio na estrutura e atividade bioquímica destes compostos (Murray et al., 1996). É denominada de forma protonada de um ácido (**HA**) ou forma não protonada ou dissociada (**A<sup>-</sup>**) a sua base conjugada. A força relativa dos ácidos é determinada pela sua constante de dissociação, que expressa a tendência de se ionizar. A água é um eletrólito fraco, que se ioniza em extensão reduzida. A ionização da água envolve a transferência de um próton de uma molécula a uma segunda. A auto-ionização (auto-protólise) produz íon hidrato e íon hidróxido:

$$\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- .$$

A curva de titulação revela o pKa de ácidos fracos em uma determinada solução. Nesse procedimento, uma medida do volume do ácido é titulada com uma solução de base forte de concentração conhecida, normalmente, hidróxido de sódio (NaOH). O NaOH é adicionado em pequenas quantidades até o ácido ser consumido (neutralizado), como determinado com o uso de um indicador ou com o uso de um medidor de pH. A concentração do ácido na solução inicial pode ser calculada a partir do volume e da concentração da solução de NaOH adicionada. Plotando o pH medido, contra a quantidade de NaOH adicionada obtém-se a curva de titulação de um ácido. Por exemplo, considere-se a curva de titulação de uma solução 0,1 M de ácido acético (HAc) com 0,1 M NaOH a 25°C. Dois equilíbrios reversíveis estão envolvidos nesse processo:



O equilíbrio deve ser simultâneo, conforme as características das constantes de equilíbrio, que são, respectivamente:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ M} \quad (3)$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} = 1,74 \times 10^{-5} \text{ M} \quad (4)$$

A acidez provocada por grupos retirantes de elétrons aparece devido à combinação dos efeitos indutivos e entrópicos. Desde que os efeitos indutivos não são transmitidos com eficiência através das ligações covalentes, o efeito do aumento da acidez diminui quando a distância entre o grupo retirante de elétrons e o grupo carboxílico aumenta. Os ácidos carboxílicos na sua maioria apresentam  $K_a$  na faixa de  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$ ,  $\text{p}K_a$  entre 4 e 5 (**Tabela 2.6.1**). O  $\text{p}K_a$  da água é cerca de 16 e o  $\text{p}K_a$  do bicarbonato ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) é cerca de 7. Essa acidez relativa significa que os ácidos carboxílicos reagem facilmente com soluções aquosas de hidróxido de sódio e bicarbonato de sódio, formando sais de sódio solúveis (Solomons e Fryhle, 2002).

A relação quantitativa entre pH e a ação tamponante de uma mistura de ácido fraco com a sua base conjugada e o  $\text{p}K_a$  do ácido são dados pela equação de Henderson-Hasselbach. A curva de titulação do ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) com  $\text{NH}_4^+$  apresentam formas que refletem uma lei fundamental de relação, expressa pela equação de Henderson-Hasselbach, importante para

o entendimento da ação tamponante e balanço ácido-base. Partindo da constante de equilíbrio do ácido ( $K_a$ ),

$$k_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Tem-se que a  $[H^+]$ :  $[H^+] = k_a \frac{[HA]}{[A^-]}$

Aplicando o  $-\log$  ou o cologaritmo em ambos os lados da equação, tem-se :

$$-\log[H^+] = -\log k_a - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

Substituindo pH por  $-\log[H^+]$  e  $pK_a$  por  $-\log K_a$ , obtém-se que,

$$-[\log [HA] - \log[A^-]] \Rightarrow -\log [HA] + \log [A^-]$$

$$pH = pK_a - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}, \text{ derivando da equação de Henderson-}$$

Hasselbach.

Essa equação acessa a curva de titulação de todos os ácidos fracos e disponibiliza a dedução de um número importante de relações quantitativas. Por exemplo, é conhecido que o  $pK_a$  de um ácido fraco é igual ao pH da solução no ponto de equivalência da titulação. Nesse ponto:  $[HA] = [A^-]$ , logo,



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$K_a = [H^+]$$

$$-\log K_a = -\log [H^+]$$

$$pH = pK_a + \log 1,0 = pK_a + 0 = pK_a .$$

$$pK_a = pH$$

A equação de Henderson-Hasselbach também possibilita calcular o  $pK_a$  de qualquer ácido a partir da relação molar das espécies doadora e receptora de prótons em um dado pH (Lehninger et al., 1993).

### **Ácidos Orgânicos**

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). Como grupo químico, os ácidos orgânicos são considerados como sendo qualquer substância de estrutura geral (**R - COOH**), 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). 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  $\alpha$ , 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



Os ácidos carboxílicos são substâncias polares. Suas moléculas podem formar ligações de hidrogênio fortes umas com as outras e com a água. Como resultado, os ácidos carboxílicos geralmente possuem ponto de ebulição elevado e os ácidos de baixa massa molecular são solúveis em água, sendo que à medida que o tamanho da molécula aumenta a solubilidade em água diminui, Tabelas 1, 2 e 3. (Eidelsburger, 2001; Solomons e Fryhle, 2002).

TABELA 1: Ácidos carboxílicos – nomenclatura e propriedades físicas.

Estrutura Química	Nome		PF (°C)	PE (°C)	Solubilidade Água <sup>1</sup> 25°C	pKa
	Oficial	Comum				
HCO <sub>2</sub> H	Metanóico	Fórmico	8	100,5	∞	3,75
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	Etanóico	Acético	16,6	118	∞	4,76
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H	Propanóico	Propiônico	-21	141	∞	4,87
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H	Butanóico	Butírico	-6	164	∞	4,81
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	Pentanóico	Valérico	-34	187	4,97	4,82
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CO <sub>2</sub> H	Hexanóico	Capróico	-3	205	1,08	4,84
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CO <sub>2</sub> H	Octanóico	Caprílico	16	239	0,07	4,89
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> CO <sub>2</sub> H	Decanóico	Caprico	31	269	0,015	4,84
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CO <sub>2</sub> H	Dodecanóico	Lauríco	44	179	0,006	5,30

<sup>1</sup>(g 100 mL<sup>-1</sup>)

Adaptado: Solomons e Fryhle, 2002.

TABELA 2: Ácidos dicarboxílicos – nomenclatura e propriedades físicas.

Estrutura Química	Nome Comum	PF (°C)	pK <sub>a1</sub>	pK <sub>a2</sub>
HO <sub>2</sub> C-CO <sub>2</sub> H	Oxálico	189	1,2	4,2
HO <sub>2</sub> C-CH <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H	Malônico	136	2,9	5,7
HO <sub>2</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H	Sucínico	187	4,2	5,6
HO <sub>2</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	Glutâmico	98	4,2	5,4
HO <sub>2</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CO <sub>2</sub> H	Adípico	153	4,4	5,6
Cis – HO <sub>2</sub> C-CH=CH-CO <sub>2</sub> H	Maléico	131	1,9	6,1
Trans – HO <sub>2</sub> C-CH=CH-CO <sub>2</sub> H	Fumárico	287	3,0	4,4

Adaptado: Solomons e Fryhle, 2002.

TABELA 3: ácidos carboxílicos – propriedades físicas e energia

Ácido	pK	Massa molar, g	Energia (kcal/kg)
Fórmico	3,75	48,0	1390
Acético	4,75	60,1	3540
Propiônico	4,87	74,1	4970
Láctico	3,08	90,1	3610
Fumárico	3,03/4,44	116,1	2750
Malico	3,40/5,11	134,1	2390
Tartárico	2,98/4,37	150,1	1860
Cítrico	3,14/5,95/6,36	210,1	2460

Adaptado: Eidelsburger, 2001.

### Ácidos Orgânicos - descrição

#### Ácido Láctico

O ácido láctico ( $\text{CH}_3\text{HCOHCOOH}$ ), também conhecido como ácido  $\alpha$ -hidroxipropiônico ou ácido 2-hidroxipropiônico, apresenta massa molecular 90,08 u.m.a.. É preparado tecnicamente pela fermentação láctica de carboidratos como a glicose, a sacarose a lactose com *Bacillus acidi lacti* ou organismos relacionados, como *Lactobacillus delbruecki*, *Lactobacillus bulgaricus* e outros. É constituinte natural de diversos alimentos fermentados como queijo, iogurte, carnes (Adams, 1999). A atividade antimicrobiana é principalmente contra bactérias, uma vez que fungos e leveduras podem produzir o ácido láctico.

O ácido láctico é líquido e tem odor semelhante ao do soro de leite. Apresenta atividade ótica com as formas isoméricas D(-) e L(+). Na circulação sistêmica o D-láctico é pouco metabolizado, pois a L-lactato desidrogenase, enzima que catalisa a transformação do L-lactato a piruvato, não atua nele. O ácido L-láctico ocorre em pequenas quantidades no sangue e no fluído

muscular de animais. A concentração deste na circulação sanguínea de animais aumenta após esforço físico intenso (Paul et al., 1973).

### **Ácido Propiônico**

O ácido propiônico (**CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH**), também conhecido como propanóico ou ácido metilacético, tem massa molecular 74,08 u.m.a., ocorre em pequena quantidade em produtos lácteos. Pode ser obtido por fermentação utilizando bactérias do gênero *Propionibacterium*. É utilizado como agente esterificante na produção da celulose, propionato e como inibidor fúngico e conservante de alimentos (Paul et al., 1973).

O ácido propiônico é oleoso e tem odor de ranço. É produzido por bactérias *Propioni bacterium* na manufatura do queijo e também é um metabólito da rota de degradação da valina. O propionato absorvido entra no ciclo do ácido cítrico após a sua conversão a succinil-CoA (Lehninger et al., 1993).

### **Ácido Butírico**

O ácido butírico (**CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH**), também conhecido como ácido etilacético ou butanóico, tem massa molecular 88,10 u.m.a.. Está presente na manteiga, como éster na quantidade de 4,5%. É obtido da fermentação de carboidratos. É um líquido oleoso, com odor de rancidez e densidade 0,959. Apresenta ponto de fusão igual a 163,5 °C, fica sólido a -190 °C, sendo miscível em água, álcool e éter. É utilizado na manufatura de aromatizantes artificiais (Paul et al., 1973).

### **Ácido Fórmico**

O ácido fórmico (**HCOOH**) ou metanóico tem massa molecular 46,02 u.m.a., é um líquido incolor, transparente, de odor pungente e provoca efeito cáustico na pele, sendo um forte agente redutor. É miscível em água, álcool, éter e glicerol (Paul et al, 1973).

Pode ser utilizado como conservante de forragens e nas ensilagens. O ácido fórmico é um constituinte natural dos tecidos animais e do sangue, importante nos processos de transferência de unidades de um carbono geradas especialmente no metabolismo de aminoácidos (Lehninger et al., 1993). Tem papel importante na toxicidade por metanol, onde o acúmulo de formato no corpo provoca os sintomas de envenenamento ácido metabólico por metanol.

O ácido fórmico é absorvido no estômago ou através das membranas mucosas. Na forma não ionizada pode difundir rapidamente através da membrana celular. A maioria do ácido fórmico absorvido entra no conjunto de unidades de um carbono do corpo, sendo oxidado a dióxido de carbono e água. A quantidade remanescente pode ser excretada como sal pelos rins. A oxidação do formato depende das enzimas 10-formiltetrahydrofolato sintetase e 10-formiltetrahydrofolato desidrogenase e depende do nível de tetrahydrofolato hepático, que pode causar problemas especialmente em suínos. O ácido fórmico é um acidulante eficiente, mas pode inibir descarboxilases microbianas e enzimas como as catalases. Sua atividade microbiológica é principalmente contra fungos e bactérias, sendo utilizado contra salmonela em alimentos (Adams, 1999).

### **Ácido Acético**

O ácido acético (**CH<sub>3</sub>COOH**) ou etanóico apresenta massa molecular 60,05 u.m.a.. É líquido de odor pungente, serve de solvente de compostos orgânicos, dissolve fósforo, enxofre e ácidos halógenos, sendo miscível em água, glicerol e éter. Fraca ionização em solução aquosa. É utilizado como preservativo de alimentos, solvente de gomas, resinas e óleos voláteis (Paul et al., 1973).

O ácido acético é um líquido sem coloração, produzido por bactérias *Acicodema aceti* e *Acetobacter* pela oxidação do álcool.

### **Ácido Succínico**

O ácido succínico (**HOOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH**), também denominado ácido 1,4 butanodióico, ocorre em fósseis, fungos e líquens. Apresenta sabor ácido, sem odor (Paul et al., 1973).

### **Ácido Cítrico**

O ácido cítrico é produzido por fermentação. É disponível comercialmente em duas formas; monohidratado ou anidro, como cristais translúcidos sem coloração ou como pó. Possui um forte, porém saboroso, sabor ácido, que rapidamente se dissipa no palato. É muito solúvel em água, 1 g dissolve em 0,5 mL. O ácido cítrico ajuda a preservar a textura, a coloração, o aroma e o conteúdo de vitaminas dos alimentos, sendo particularmente usual como agente quelante (Adams, 1999).

### **Ácidos orgânicos – modos de ação**

Como alternativa ao uso dos antibióticos como promotores de crescimento, espera-se que os ácidos orgânicos tenham eficiências similares, mas não provoquem resistência. Os ácidos orgânicos apresentam funções variadas, nem todas relacionadas com a nutrição. 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 ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e Ferro ( $\text{Fe}^{+2}$ ), Cobre ( $\text{Cu}^{+2}$ ), Magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), 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).

### **Ácidos orgânicos - atividade antimicrobiana**

Os ácidos exercem efeitos antimicrobianos de formas distintas. Primeiro devido à redução do pH do meio externo e, segundo, devido à ação da forma não dissociada, dependente da dissociação de suas carboxilas (Cherrington et al, 1991; Roth, 2000). Todos os microorganismos apresentam

uma faixa de pH ambiente para se desenvolver. Todavia, o pH do meio intracelular se aproxima da neutralidade, inclusive nos organismos acidófilos, aqueles que se desenvolvem em ambientes ácidos. A manutenção do pH intracelular ocorre mediante mecanismos de homeostase (Booth, 1985). O efeito antimicrobiano dos ácidos orgânicos ocorre principalmente pela ação da forma não dissociada e não pela redução do pH extracelular.

A forma não dissociada é solúvel em lipídios e nessa forma tem capacidade de atravessar de forma passiva a membrana celular. Dentro da célula o ácido se dissocia, alterando o pH citoplasmático, afetando o metabolismo, desde que afeta o gradiente de prótons e carga com o exterior, interfere no sistema de transporte de aminoácidos e fosfatos; além disso, enzimas são inativadas (Russel, 1992). Outra consequência negativa é o aumento da pressão osmótica celular, que desencadeia mecanismos de compensação de carga elétrica obrigando o aumento dos níveis de sódio ( $Na^+$ ), potássio ( $K^+$ ) ou glutamato, levando ao aumento da força iônica intracelular, provocando um aumento da pressão mecânica sobre a parede do microorganismo, o que faz com que essa se rompa.

Naturalmente, o efeito inibitório devido à forma não dissociada não tem lugar se ocorre acidificação com ácidos fortes, pois todo o ácido se encontra dissociado em solução. A atividade inibitória depende da capacidade de atravessar a membrana plasmática, o que é mais eficiente com moléculas pequenas e hidrofóbicas. No entanto, outros trabalhos demonstram que bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, como a *Escherichia coli* e a *Salmonella typhimurium* apresentam mecanismos de adaptação e resistência a

ambientes ácidos, sendo a resposta diferente entre os ácidos orgânicos, permeáveis e que dissociam dentro da célula, e os ácidos inorgânicos (Foster, 1999; Merrell e Camilli, 2005).

A maior ou menor atividade inibitória da forma não dissociada depende em primeiro lugar da capacidade desta atravessar a membrana plasmática e exterior da bactéria, portanto, as moléculas menores e de caráter hidrofóbico são as mais eficientes. Contudo, a toxicidade também é função do ânion e seus efeitos no interior da célula, portanto, a toxicidade é determinada para cada ácido orgânicos e cada tipo de microorganismo. A Tabela 4 apresenta as concentrações mínimas inibitórias (CMI) de alguns ácidos comumente utilizados. Em geral essas são expressas em mMol, muito abaixo das concentrações mínimas da maioria dos antibióticos (Östling e Lindgren, 1993).

TABELA 4: Concentração mínima inibitória de ácidos não dissociados (mMol) para o crescimento de enterobactérias em condições aeróbias e anaeróbias

	Ácido Lático		Ácido Acético		Ácido Fórmico	
	Aeróbio	Anaeróbio	Aeróbio	Anaeróbio	Aeróbio	Anaeróbio
<i>Enterobacter agglomerans</i>	7	6	4	2	0,7	0,7
<i>Escherichia coli</i>	7	4	8	6	0,9	1,0
<i>Rahnella aquatilis</i>	7	5	8	7	1,1	1,0
<i>Serratia fontiola</i>	8	6	7	3	0,9	0,8
<i>Hafnia alvei</i>	8	7	9	9	0,9	1,2
<i>Salmonella typhimorium</i>	7	4	9	5	0,8	0,8
<i>Yersinia enterocolitica</i>	6	4	6	4	0,7	0,5

Adaptado: Östling e Lindgren, 1993

### Absorção e metabolismo

A forma não dissociada dos ácidos orgânicos é absorvida pelo epitélio intestinal por difusão passiva ao longo de um gradiente eletroquímico



favorável. O pH das porções do trato digestivo das aves varia de 4,51 no papo, 4,8 no proventrículo, 4,74 a 2,50 na moela, 6,40 no duodeno, 6,60 no íleo superior, 7,2 no íleo inferior (Sturkie, 1986). Nessa faixa de pH 90% dos ácidos graxos de cadeia curta está dissociado. No entanto, existe um microambiente ácido na superfície do que torna a difusão possível (von Engelhardt et al., 1989). Os ácidos fumárico e cítrico são absorvidos por mecanismo de gradiente de  $\text{Na}^+$  específico para di e tricarboxílicos (Wolfram et al., 1992). O ácido láctico, o fumárico e o cítrico absorvidos são metabolizados pelo ciclo dos ácidos carboxílicos a carbono e água e produzem de 10 a 27 moles de ATP (Kirchgessner e Roth, 1998). As células do epitélio intestinal utilizam os ácidos graxos voláteis como fonte de energia, especialmente o butirato (von Engelhardt et al., 1989). O ácido propiônico é absorvido e metabolizado até o duodeno, servindo como fonte de energia (Hume et al., 1993) O ácido fórmico é metabolizado no fígado a dióxido de carbono num processo que depende de tetraidrofolato; sendo seu acúmulo tóxico (Makar et al., 1990). O ácido benzóico é conjugado no fígado com glicina, formando ácido hipúrico, excretado via urina em suínos.

Os ácidos graxos de cadeia curta, incluindo o acético, o propiônico e o butírico são produzidos no ceco e cólon de animais não ruminantes pela fermentação de carboidratos e fibra da dieta não absorvida. O tipo de fermentação e a taxa de fermentação podem influenciar as concentrações dos ácidos graxos de cadeia curta no lúmen e a proporção relativa dos ácidos individuais. As taxas nas quais os ácidos são transportados através da mucosa do intestino grosso é dependente da concentração, sugerindo que o aumento

da produção resulta em maior disponibilidade desses compostos para as células intestinais e outros tecidos (Rupin et al, 1980; Fleming et al., 1991; Fleming, 1993).

### **Ácidos orgânicos – uso em dietas de frangos de corte**

A suplementação de ácidos orgânicos nas dietas para frangos de corte apresenta respostas conflitantes na literatura, provavelmente devido a diferenças no modo de ação, condição ambiental, dose utilizada e resposta avaliada. A suplementação com ácido cítrico, fumárico e outros demonstrou melhora no ganho de peso, na conversão alimentar e na utilização do fósforo da dieta de frangos de corte (Patten e Waldroup, 1988; Snow et al., 2004; Vale et al., 2004; Rafacz-Livingston et al., 2005a; Rafacz-Livingston et al., 2005b). O mesmo ocorreu com misturas de ácidos orgânicos (Maiorka et al., 2002). Entretanto, em outros estudos não foi observado efeito ou foi demonstrado prejuízo no desempenho animal, como com o uso de ácido fórmico (Patten e Waldroup, 1988; Izat et al., al, 1990a, Henrique et al., 1998; Maiorka et al., 2004). Os ácidos propiônico e butírico reduziram, enquanto os ácidos fórmico ou acético aumentaram a colonização por *Salmonella enteritidis* (van Immerseel et al., 2004) ou não tiveram efeito para número de colônias (Izat et al., 1990b). A adição de níveis crescentes de ácido propiônico resultou na redução da colonização de *Escherichia coli* no intestino delgado (Izat et al., 1990b).

Leeson et al. (2005) verificaram que a adição de ácido butírico na dieta auxilia na manutenção da estrutura das vilosidades. Os ácidos acético,

propiónico e butírico têm ação trófica sobre a estrutura e o desenvolvimento intestinais, aumentando o tamanho dos vilos, a massa intestinal e a área superficial para absorção (Sakata, 1987). Chaveerach et al. (2004) não observaram benefício da adição de ácidos orgânicos em lesões epiteliais no intestino de frangos de corte.

### **Capacidade tamponante da dieta**

Tampões são sistemas aquosos que apresentam capacidade de resistir a alterações de pH quando pequenas quantidades de ácido ou base são adicionadas ou perdidas. Um sistema tampão consiste de um ácido fraco e sua base conjugada. Os tampões são resultados de duas equações reversíveis que ocorrem na solução de iguais concentrações do doador de prótons e seu receptor conjugado (Lehninger et al., 1993). Dessa forma, a capacidade tampão de um alimento foi definida como a capacidade de uma quantidade desse alimento de resistir à alteração de pH após a adição de uma solução ou de um ácido ou de uma base (Giger-Reverdin et al., 2002). Segundo os autores diversos métodos são relatados com a finalidade de determinar a capacidade tamponante, mas não existe um método padrão.

A capacidade tamponante da dieta é um dos fatores que influencia a resposta dos ácidos orgânicos. Esta pode ser uma das razões para os resultados conflitantes em relação aos estudos com ácidos orgânicos. Dietas com alto teor de minerais resistem à redução no pH gástrico e estimulam a atividade microbiana no estômago (Jung e Bolduan, 1986). A capacidade

tamponante da dieta é influenciada pela fonte e pela quantidade de proteína e pela fonte e quantidade de minerais da dieta. Segundo Blank et al. (1999) uma alta capacidade tamponante na dieta reduz a digestibilidade ileal aparente da proteína bruta e dos aminoácidos da dieta.

Os métodos de determinação da capacidade tamponante diferem quanto ao tipo de substrato envolvido, o tamanho da amostra, o tipo de ácido ou base utilizados para a titulação, o pH no ponto final e a forma como os resultados são expressos.

A capacidade tamponante (B-value) indica a quantidade de ácido necessário para reduzir o pH de um alimento para um valor determinado. Para determinar a capacidade tamponante diferentes métodos têm sido utilizados. O B-value é expresso como a quantidade de uma solução HCl 1,0 Molar necessário para acidificar 1 kg de material para pH 3, 4 ou 5. Normalmente, é utilizada uma solução de HCl (0,1 M) para titular 10 g de alimento em uma suspensão de 90 mL de água destilada para pH 5,0. A quantidade de água (mL) representa a capacidade tamponante do alimento. Valores iniciais de pH menores do que 5 implicam em valores negativos de B-value.

### **Determinação de ácidos graxos**

Os ácidos graxos são os principais produtos da fermentação no ceco e intestino grosso de aves e suínos, sendo o acético, propiônico e butírico os encontrados em maior concentração. O ácido láctico é principalmente encontrado no intestino delgado e junto com o succínico normalmente são fermentados até propiônico no intestino grosso e ceco. Os métodos

cromatográficos para separação dos ácidos graxos incluem a cromatografia gasosa (CG), a cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), a eletroforese e a cromatografia de troca iônica. Os ácidos graxos voláteis, pelas suas características, tornam a análise imprecisa e não podem ser analisados diretamente, necessitam ser derivatizados, o que resulta em um tempo adicional no preparo da amostra (Paavilainen e Korpela 1993; Yang et al, 2001).

A determinação de ácidos graxos voláteis na digesta de frangos de corte pode ser um indicativo indireto para monitorar a população microbiana no trato digestivo (van der Wielen et al, 2000; Taylor, 2002).

Possíveis erros na determinação de ácidos graxos no trato gastrointestinal estão relacionados com a obtenção e manipulação da amostra. Em se tratando de frangos de corte, o volume de digesta é reduzido, os processos de fermentação podem não estabilizar antes da análise e perda de ácidos graxos por evaporação podem ocorrer, alterando as concentrações iniciais dos ácidos na digesta. Zhang et al. (2003) mediram a produção de ácidos graxos no conteúdo de frangos de corte de 7 semanas utilizando cromatografia líquida. Os autores comentam que foi muito pequeno o volume amostrado. Jin et al. (2003) e Wang et al. (2005) utilizando o método descrito por Zhang et al. (2003) não relatam problemas quanto ao volume da amostra em frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade.

## HIPÓTESES E OBJETIVOS

A hipótese sustentada é que misturas de acidificantes, utilizando ácidos orgânicos e inorgânicos, são fontes eficientes como alternativa na substituição dos antibióticos como promotores de crescimento nas dietas de frangos de corte. A hipótese de nulidade é que as misturas de acidificantes, utilizando ácidos orgânicos e inorgânicos não serão eficientes como alternativa na substituição dos antibióticos como promotores de crescimento nas dietas para frangos de corte.

Os objetivos deste trabalho foram:

- 1) Testar misturas de ácidos orgânicos como alternativa ao uso de antibióticos nas dietas de frangos de corte;
- 2) Testar o efeito de misturas de acidificantes utilizando ácidos orgânicos e inorgânicos no desempenho de frangos de corte;
- 3) Testar a ação das misturas de ácidos orgânicos e inorgânicos na manutenção das condições morfológicas do intestino delgado;
- 4) Identificar a presença dos ácidos orgânicos nas porções do intestino delgado.

## CAPÍTULO 2<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Revista SBZ

## **Suplementação de acidificantes em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal.**

**Eduardo Spillari Viola e Sérgio Luiz Veira<sup>1</sup>**

**Resumo:** Este estudo avaliou o efeito do uso de diferentes misturas de acidificantes suplementadas às dietas de frangos de corte sobre o desempenho e a morfologia intestinal. Foram utilizados 2.112 frangos de corte que receberam 8 tratamentos correspondentes a diferentes misturas de acidificantes e doses, assim organizados (dose em kg/ton de dieta nas fases pré-inicial/ inicial/crescimento entre parênteses após o tratamento): T1: Controle Positivo (sem misturas acidificantes e com antibióticos promotores de crescimento), T2: Controle Negativo (sem misturas de acidificantes e sem antibiótico promotor de crescimento), T3: Mistura A(8/4,5/2,5), T4: Mistura B(10/6/3), T5: Mistura C(4/2/1), T6: Mistura C(3/3/1), T7: Mistura D(5/2,5/1), T8: Mistura D(3/3/1). Foram utilizadas 6 repetições por tratamento em um delineamento completamente casualizado. Não foi observada diferença dos tratamentos sobre o ganho de peso, consumo de água e mortalidade; entretanto, houve um benefício geral para a inclusão dos acidificantes sobre a conversão alimentar, com exceção da mistura B(10/6/3). O efeito da inclusão destes acidificantes nas dietas foi similar ao da inclusão de antibióticos promotores de crescimento, sendo ambos superiores ao Controle Negativo. O intestino delgado das aves do Controle Negativo foi mais pesado e mais comprido do que a dos demais tratamentos, sendo o seu peso maior para jejuno e íleo, mas não para o duodeno. Não houve diferença entre os tratamentos para o número de vilos por quadrante; entretanto, a altura das vilosidades foi significativamente inferior para as aves do Controle Negativo. A profundidade de cripta foi significativamente superior para os animais da Mistura D(5/2,5/1). A adição de misturas de ácidos orgânicos foi eficiente na manutenção do desempenho e condições morfológicas do intestino delgado de frangos de corte, sendo estas respostas similares aos benefícios obtidos com o uso de promotores de crescimento.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – Departamento de Zootecnia Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, Rio Grande do Sul  
eviola@terra.com.br



**Palavras chave:** ácido orgânico, acidificante, frango de corte, morfologia intestinal

**Abstract:** This study evaluated the effect of the use of different acidifier blends added to broiler feeds on live performance and intestinal morphology. Broiler chicks in number of 2,112, were allocated to 8 treatments corresponding to different acidifiers blends and doses as follow (kg/ton in pre-starter, starter and grower phases are within parenthesis after treatment): T1: Positive Control (without acidifier and with antibiotics growth promoters), T2: Negative Control (without acidifier and antibiotic growth promoter), T3: Blend A(8/4.5/2.5), T4: Blend B(10/6/3), T5: Blend C(4/2/1), T6: Blend C(3/3/1), T7:Blend D(5/2.5/1), T8: Blend D(3/3/1). Each treatment had 6 replicates in a completely randomized design. There was no treatment difference for body weight gain, water intake and mortality; however, it was observed a general benefic effect with acidifier inclusions on feed conversion, with the exception of Blend B(10/6/3). Feed conversion effects of acidifiers were found with the exception of Blend B(10/6/3). This effect was similar to that from antibiotic growth promoter use and represented an improvement when compared to the Negative Control. Broilers from Negative Control had heavier and longer small intestines than their counterparts. There where no treatment differences in villi number per quadrant; however, villi height were significantly shorter for birds of Negative Control. Crypt depth was significantly deeper with animals fed with Blend D(5/2,5/1). These results demonstrate that the use of acidifier blends was efficient in maintaining the performance and morphological conditions of small intestine of broilers. Benefits of acidifier were similar to that of antibiotic growth promoter.

**Key words:** acidifier, broiler, organic acid, small intestine morphology

### **Introdução**

Os programas de alimentação de frangos de corte têm tradicionalmente utilizado antibióticos como melhoradores do desempenho. Há um questionamento crescente com

relação a essa prática pelos consumidores ao redor do mundo. A Comunidade Européia proibiu o uso de antibióticos em inclusões baixas e constantes em alimentos para animais destinados ao consumo humano a partir de janeiro de 2006 (EC,2003). A busca por alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento vem, desta forma, crescendo nos países produtores de frangos de corte. Suplementações de dietas com ácidos orgânicos e inorgânicos têm sido preconizadas nesse sentido. Os ácidos orgânicos são constituintes naturais das plantas e animais e podem ser formados através de fermentação microbiológica no intestino ou em rotas metabólicas intermediárias (Lehninger *et al.*, 1993, Solomons e Fryhle, 2002). Os ácidos orgânicos de cadeia curta possuem atividade antimicrobiana, sendo o fórmico, o acético, o propiônico, o butírico, o láctico, o cítrico e o fumárico exemplos dos que têm sido usados na nutrição animal há alguns anos (Cherrington *et al.*, 1991; Dibner e Buttin, 2002). Dentre os ácidos inorgânicos, o ácido fosfórico também tem sido proposto como aditivo para uso em dietas para animais (van Immerseel *et al.*, 2004).

Os ácidos orgânicos de cadeia curta são utilizados como preservativos de alimentos, prevenindo a deterioração e aumentando a vida útil dos mesmos, bem como controlando a contaminação e a disseminação de patógenos em carnes e na proteção pré e pós-colheita de grãos. Os mecanismos de ação antibacteriana dos ácidos orgânicos variam de acordo com a condição fisiológica dos organismos e características físico-químicas do ambiente. (Eidelsburger, 2001; Ricke, 2003).

Em suínos, o uso de misturas de ácidos orgânicos e inorgânicos é comum nas dietas pré e pós-desmame e têm o objetivo de auxiliar a digestão protéica, e controlar a proliferação bacteriana intestinal (Cole *et al.*, 1968, Edmonds *et al.*, 1985; Burnel *et al.*, 1988; Risley *et al.*, 1991; Aumaitre *et al.*, 1995; Cranwell, 1995; Gabert *et al.*, 1995).

Em aves, supõe-se que o uso de acidificantes tem como principal objetivo a ação antimicrobiana, pois à eclosão essas apresentam capacidade de digestão protéica com menos limitações do que os suínos em idades fisiologicamente similares (Noy e Sklan, 1995). Ácidos orgânicos também apresentam valor energético, enquanto ácidos inorgânicos podem aportar nutrientes como o fósforo, características que também favorecem seu uso na nutrição animal.

Segundo Cherrington *et al* (1991), a atividade antimicrobiana dos ácidos orgânicos está relacionada com a redução do pH, bem como a capacidade de dissociação de suas carboxilas. Os ácidos orgânicos são solúveis em lipídios quando não dissociados, e nesta forma têm a capacidade de penetrar passivamente na célula microbiana. Uma vez dentro da célula, estes liberam prótons, resultando em redução do pH intracelular, inibindo a ação de enzimas, levando o microorganismo à morte. Segundo Russel (1992), a ação antimicrobiana também pode ser dependente do acúmulo de ânions no conteúdo intracelular.

O pH dos segmentos intestinais das aves não é constante, variando de 6,4 no duodeno, 6,6 no jejuno e 7,2 no íleo (Sturkie, 1986). Dessa forma, ácidos orgânicos com mais de um  $pK_a$  ou a utilização de misturas de ácidos orgânicos com vários  $pK_a$ , podem apresentar capacidade de dissociação em diferentes pH e manter atuação em uma maior extensão intestinal.

A suplementação de ácidos orgânicos nas dietas para frangos de corte apresenta respostas conflitantes na literatura, provavelmente devido a diferenças no modo de ação, condição ambiental, dose utilizada e resposta avaliada. A suplementação com ácido cítrico, fumárico e outros demonstrou melhora no ganho de peso, na conversão alimentar e na utilização do fósforo da dieta de frangos de corte (Patten e Waldroup,

1988; Snow *et al.*, 2004; Vale *et al.*, 2004; Rafacz-Livingston *et al.*, 2005a; Rafacz-Livingston *et al.*, 2005b). O mesmo ocorreu com misturas de ácidos orgânicos (Maiorka *et al.*, 2002). Entretanto, em outros estudos não foi observado efeito ou foi demonstrado prejuízo no desempenho animal como por exemplo om ácido fórmico (Patten e Waldroup, 1988; Izat *et al.*, 1990a, Henrique *et al.*, 1998; Maiorka *et al.*, 2004). Os ácidos propiônico e butírico reduziram, enquanto os ácidos fórmico ou acético aumentaram a colonização por *Salmonella enteritidis* (van Immerseel *et al.*, 2004) ou não tiveram efeito para número de colônias (Izat *et al.*, 1990b). A adição de níveis crescentes de ácido propiônico resultou na redução da colonização de *Escherichia coli* no intestino delgado (Izat *et al.*, 1990b).

Leeson *et al.* (2005) verificaram que adição de ácido butírico na dieta auxilia na manutenção da estrutura das vilosidades. Os ácidos acético, propiônico e butírico têm ação trófica sobre a estrutura e o desenvolvimento intestinais, aumentando o tamanho dos vilos, a massa intestinal e a área superficial para absorção (Sakata, 1987). Chaveerach *et al.* (2004) não observaram benefício da adição de ácidos orgânicos em lesões epiteliais no intestino de frangos de corte.

O desenvolvimento das secções intestinais é diferenciado. O jejuno aumenta em massa mais rapidamente do que o duodeno e o íleo. Ocorre reduzido aumento de comprimento no duodeno, enquanto o jejuno e o íleo aumentam rapidamente em tamanho. O ponto máximo de desenvolvimento das três secções em relação ao peso corporal ocorre aos 7 dias de idade. O tamanho das vilosidades apresenta correlação com a relação massa: comprimento em todos os segmentos (Nuñez *et al.*, 1996; Uni *et al.*, 1999)

O objetivo deste trabalho foi testar o efeito da inclusão e das doses de diferentes misturas de ácidos orgânicos e ortofosfórico nas dietas sobre o desempenho e características morfológicas do trato digestivo de frangos de corte.

## **Material e Métodos**

### **Dietas e desempenho dos animais**

Foi conduzido um experimento nas instalações do Aviário Experimental da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul.

Foram alojados 2.112 frangos de corte machos de um dia de idade, do cruzamento Ross X Ross 308 oriundos de matrizes de 39 semanas de idade, com peso médio de 41 g ( $\pm 0,41$ ). As aves foram dispostas em aviário experimental com 48 boxes com dimensões de 1,75 x 1,50 m, sendo 44 aves por box. Estas foram vacinadas para Marek, Gumboro e Coccidiose no incubatório. Aos 21 dias de idade foi feita remoção das aves com problemas de aprumos, das fêmeas e dos refugos de cada box. O lote foi conduzido com práticas de manejo usuais na produção comercial.

Foi utilizada cama de casca de arroz após a criação consecutiva de três lotes de frangos de corte. O aquecimento foi realizado com campânulas a gás, de forma a manter a temperatura ambiente em 32°C nos primeiros 2 dias. Nos dias seguintes a temperatura foi reduzida em 1°C a cada 2 dias até atingir a temperatura de conforto das aves nos limites possíveis com as condições de ambiente natural da época. Água e alimento foram fornecidos *ad libitum* aos animais durante todo o período experimental. O programa de luz foi de 24 horas diárias na primeira semana, sendo reduzido a 18 horas

de luz: 6 horas de escuro do final da segunda semana até o final do período experimental.

Foram utilizadas dietas experimentais exclusivamente vegetais, baseadas em milho e farelo de soja. Nenhum tratamento recebeu anticoccidiano e, com exceção do grupo Controle Positivo (Tratamento 1), os demais tratamentos não tiveram inclusão de antibióticos promotores de crescimento. Todas as dietas foram formuladas de forma que os nutrientes e a energia fossem iguais ou superiores ao recomendado por Rostagno (2000). Foi utilizado programa alimentar com três fases: Pré-inicial de 1 a 7 dias, Inicial de 7 a 21 dias e Crescimento de 21 a 35 dias de idade.

Foram constituídos 8 Tratamentos sendo entre parênteses apresentada a dose suplementada em kg/ton de dieta nas fases pré-inicial, inicial e crescimento respectivamente: Tratamento 1: dieta experimental com adição de antibióticos Bacitracina Metileno Dissalicilato (BMD, 55 ppm) e Colistina (10 ppm); T2: dieta experimental sem adição de antibióticos promotores de crescimento; T3: dieta experimental com adição de Mistura de acidificantes A nas inclusões de 8, 4,5 e 2,5 kg/t, T4: dieta experimental com a adição de Mistura de acidificantes B nas inclusões de 10, 6 e 3 kg/t; T5: Dieta Experimental com a adição da Mistura de acidificantes C com inclusões de 4, 2 e 1 kg/t; T6: dieta experimental com adição da Mistura de acidificantes C nas inclusões de 3, 3 e 1 kg/t; T7: dieta experimental com a inclusão de Mistura de acidificantes D nas inclusões de 5, 2,5 e 1 kg/t e T8: dieta experimental com a inclusão da Mistura de acidificantes D nas inclusões de 3, 3 e 1 kg/t respectivamente nas fases pré-inicial, inicial e crescimento (Tabela 1).

O valor energético e a composição mineral (cálcio e fósforo disponível) dos acidificantes foram utilizados para o cálculo das dietas experimentais (Tabela 2). Os

valores de energia metabolizável foram obtidos a partir de estimativa de Eidelsburger (2001), enquanto fósforo, cálcio e sódio foram obtidos a partir da composição molecular dos acidificantes. As misturas de acidificantes foram desenvolvidas e as doses utilizadas foram propostas por uma empresa comercial de acidificantes (Verdugt, Holanda).

As aves foram pesadas em grupo por boxe aos 1, 7, 21 e 35 dias de idade. As dietas fornecidas e as sobras foram pesadas no início e final de cada uma das fases respectivamente. O peso das aves mortas foi registrado diariamente, sendo posteriormente utilizado para correção no cálculo da conversão alimentar.

O consumo de água foi estimado para cada fase do período experimental utilizando um sistema constituído de um reservatório plástico com capacidade de 20 Litros, graduado em mL, colocado na saída do cano de distribuição de água e acoplado na entrada de cada bebedouro. Tanto a entrada do sistema como a sua respectiva saída pode ser aberta ou fechada por meio de torneiras colocadas nos respectivos locais, permitindo o controle de entrada e saída de água.

Os bebedouros foram limpos diariamente mediante a retirada de resíduos de cama e outras sujidades. Antes de ser descartada, a água presente no bebedouro no momento da coleta foi recolhida, sendo os resíduos de cama e ração separados mediante o uso de peneira (0,05 Mesh). Na seqüência o volume de água foi medido em proveta com capacidade para 1 Litro e graduação de 10 mL. Essa medida foi considerada como perda de água diária. Ao final de cada fase o consumo de água foi estimado pela soma dos volumes fornecidos subtraídos os volumes perdidos e do restante no reservatório de água. O consumo médio diário de cada ave foi estimado pela divisão deste total pelo número médio ponderado de aves vivas em cada fase.

### 3.8. Análise histológica

Aos 14 dias de idade, uma ave com peso representativo de cada boxe (média $\pm$ 1/2 Desvio Padrão) foi sacrificada por deslocamento cervical e pesada. Foi, então, removido o intestino delgado e imediatamente isolados o duodeno, o jejunio e o íleo com o uso de fio cirúrgico. As secções assim separadas foram, então, imediatamente seccionadas, sendo o conteúdo de cada secção retirado através de cuidadosa pressão com os dedos polegar e indicador. As secções foram então secas com papel absorvente e tiveram seu comprimento medido com régua sendo pesadas em seguida. Uma amostra de 2 cm da alça duodenal de cada um dos intestinos coletados foi, então, lavada com água deionizada e acondicionada em solução tamponada constituída de 100mL de formaldeído 40%, 4g de fosfato de sódio monobásico, 6,5g de fosfato de sódio dibásico e 900mL de água destilada.

Para análise histológica, os intestinos foram cortados em circunferências de 0,5 cm e embebidos em parafina. Após, estes foram seccionados transversalmente em lâminas de 2 a 5 micrômetros sendo depois de corados com hematoxilina-eosina e examinados em microscopia ótica (Prophet et al., 1992).

A contagem e medição do tamanho dos vilos foi feita com objetiva de 4 vezes de aumento e a medição da profundidade de cripta com objetiva com aumento de 10 vezes. Os valores resultantes foram expressos em micrômetros.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com oito tratamentos e seis repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o SAS (SAS, 2001). As variáveis que apresentaram diferença estatística foram submetidas ao teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados de peso



relativo, comprimento e da relação peso: comprimento das secções do intestino delgado foram corrigidos para arco seno ( $\arcseno\sqrt{Y}$ ) antes de proceder à análise de variância. Para todos os dados foi realizada análise de contrastes entre Controle Positivo X Acidificantes.

### **Resultados e discussão**

O ganho de peso corporal, o consumo de água e a mortalidade não foram afetados pelos tratamentos durante os períodos avaliados (Tabelas 6 e 9). A análise de contraste do Controle Positivo contra os tratamentos com acidificantes não apresentou significância para nenhuma resposta.

Houve um benefício geral da inclusão de acidificantes na conversão alimentar (Tabela 7), com exceção da Mistura B(10/6/3). O efeito da inclusão dos demais acidificantes foi similar ao da inclusão de antibióticos promotores de crescimento, sendo ambos melhores do que o Controle Negativo. A mistura B(10/6/3) possui o ácido ortofosfórico que atua como um tampão básico no organismo. Portanto, esse ácido pode estar exercendo um papel tampão básico na mistura e equilibrando as cargas ácidas dos demais ácidos, reduzindo o efeito redutor de pH dessa mistura no trato digestivo, reduzindo a atividade antimicrobiana da mistura.

No período total o efeito da inclusão de acidificantes sobre o consumo de alimento foi similar ao da dieta Controle Positivo, com exceção da Mistura B(10/6/3).

As aves do Controle Negativo apresentaram maior peso intestinal, enquanto o menor peso corresponde as aves da Mistura C (3/3/1). Os demais tratamentos não foram diferentes entre si. Para o peso relativo do jejuno, o maior valor observado foi do Controle Negativo, que foi diferente do observado para a Mistura A (8/4,5/2,5), Mistura

C(3/3/1) e D(5/2,5/1). O peso relativo do duodeno não foi influenciado pelos tratamentos (Tabela 10).

Os frangos de corte do Controle Positivo, da Mistura C(3/3/1), da Mistura D(5/2,5/1) e da Mistura D (3/3/1) apresentaram as maiores relações peso: comprimento do jejuno aos 14 dias de idade, e esses dados foram diferentes daqueles do Controle Negativo, da Mistura A(8/4,5/2,5) e da Mistura B(10/6/3). A relação peso: comprimento do Intestino Delgado, do duodeno e do íleo não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 12).

Os frangos de corte da Mistura C(3/3/1), da Mistura D(5/2,5/1) e da Mistura D(3/3/1) apresentaram os maiores valores de altura de vilosidade, enquanto os do Controle Negativo tiveram a pior resposta. Para a profundidade de cripta, o maior valor observado foi dos animais da Mistura D(5/2,5/1), que foi diferente dos valores observados para a Mistura A(8/4,5/2,5) e Mistura C(3/3/1). O número de vilos por quadrante não foi influenciado pelos tratamentos (Tabela 13).

A ausência de diferença significativa da suplementação de acidificantes sobre o ganho de peso encontradas neste trabalho também foi verificada por Daskiram et al. (2004) e Leson et al. (2005). Patten e Waldroup (1988), entretanto, observaram efeito negativo sobre o ganho de peso com o uso de formiato de cálcio e positivo com o ácido fumárico. Estes últimos autores sugerem que a melhoria de desempenho ocorreu devido à alteração do pH intestinal, ativação de proteases e alteração da microbiota intestinal.

É proposto que o uso de antibióticos promotores de crescimento nas dietas de frangos de corte previne alterações digestivas, melhora a utilização dos alimentos e o desempenho animal. Como efeitos secundários, são esperados a redução na eliminação de nutrientes não digeridos e conseqüentemente no custo de produção O uso de

antibióticos promotores de crescimento também está associado à redução na carga microbiana e melhora na morfologia intestinal. Os efeitos esperados podem incluir aumento no ganho de peso, mas normalmente estão associados à melhoria da conversão alimentar. Os efeitos diretos dos antibióticos promotores de crescimento na microbiota podem ser utilizados para explicar a redução pela competição de nutrientes (Visek, 1978; Anderson *et al.*, 1999). Efeitos adicionais incluem redução no tamanho intestinal, incluindo redução da espessura da parede, devido à menor proliferação celular na mucosa (Anderson *et al.*, 1999).

A ausência de efeito no ganho de peso corporal de frangos de corte com o uso de acidificantes ou antibióticos neste trabalho pode ter sido decorrente da compensação no consumo de alimento e conseqüentemente na conversão alimentar decorrentes de alterações na morfologia e na redução do impacto de bactérias na mucosa intestinal em dietas suplementadas com acidificantes ou antibióticos promotores de crescimento, em comparação com dietas sem suplementação (Leeson *et al.*, 2005; Sun *et al.* (2005)). Neste trabalho, os animais do Controle Negativo apresentaram consumo de alimentos superior aos do Controle Positivo e das dietas com Misturas de Acidificantes, com exceção da Mistura B(10/6/3). O uso de antibióticos e das misturas de ácidos nas dietas resultou em melhoria na morfologia intestinal; obviamente esse efeito potencialmente pode levar à melhor capacidade de digestão e absorção de alimentos, melhorando a conversão alimentar.

Em função de suas características físicas e químicas, os ácidos orgânicos apresentam formas de ação distintas. Os ácidos fórmico, láctico e acético têm forte ação antibacteriana, não sendo esta tão pronunciada para o ácido cítrico (Partanen e Mroz, 1999).. Concomitantemente, os ácidos láctico, cítrico e acético produzem energia

através do ciclo dos ácidos carboxílicos, enquanto o ácido fórmico participa da transferência de unidades de 1 carbono (Lehninger et al., 1993). O ácido ortofosfórico é fonte de fósforo e possui efeito bacteriostático (Andrys *et al.*, 2003), todavia o ácido benzóico é pouco absorvido em suínos e não tem referência em aves, e apresenta efeito bactericida, com influência positiva no crescimento das aves e suínos (Canibe et al. 2000; Jorgensen e Boes, 2004).

A dose dos acidificantes utilizada também influenciou nas respostas. Para as aves da Mistura D(5/2,5/1) e D(3/3/1) foi observada uma melhor conversão alimentar na primeira semana (Mistura D(5/2,5/1)) com uma recuperação de desempenho na fase inicial para a Mistura D(3/3/1), indicando que as doses 5 e 3 kg/t nas fases pré-inicial e inicial obtiveram melhor resultado. Para os frangos da Mistura C(4/2/1) e Mistura C(3/3/1) foi observado efeito semelhante, porém na fase pré-inicial a melhor resposta ocorreu com a menor dose (Mistura C(3/3/1)), resultado que se manteve em todo o período. Nas misturas A(8/4,5/2,5) e B(10/6/3) além da alta inclusão, a ausência do ácido cítrico, e alta inclusão de láctico e acético podem ter influenciado na pior resposta de desempenho. Segundo Daskiran *et al.*, (2004), a inclusão de acidificantes em dietas na fase inicial determina a resposta para os níveis de acidificantes na fase de crescimento.

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, efeito observado por Chaveerach *et al.* (2004), van Immerseel *et al.* (2004), Izat *et al.* (1990a) Izat *et al.* (1990b). Dessa forma é possível supor que a inibição da colonização

e multiplicação de microorganismos, concomitante à ação dos acidificantes, beneficia a mucosa intestinal.

A composição nutricional e energética das misturas de acidificantes foi utilizada para formular as dietas experimentais. Portanto, é possível supor que os efeitos benéficos resultantes da inclusão das misturas de acidificantes nas dietas foram decorrentes das ações de controle antimicrobiano (van der Wielen *et al.*, 2000), trófico (Sakata, 1987; Leeson *et al.*, 2005). Ações moduladoras da função imune também são citadas (Curi *et al.*, 1993; Perez *et al.*, 1998), melhorando as condições do intestino e favorecendo a digestão e absorção de nutrientes.

### **Conclusões**

Os resultados desse trabalho experimental indicam que a suplementação de misturas de acidificantes nas dietas de frangos de corte foi tão eficiente quanto o uso de antibióticos promotores de crescimento e superior quando comparados com dietas na ausência destes, com exceção da Mistura B(10/6/3). As misturas de acidificantes demonstraram efeito benéfico na morfologia intestinal o que justifica os benefícios obtidos na conversão alimentar de frangos de corte. A dose das misturas de acidificantes nos períodos de 1 a 7 e 7 a 21 dias influenciou o desempenho na fase de crescimento.

**Tabela 1.** Proporção de acidificantes nas misturas utilizadas e seus valores de Energia Metabolizável (kcal/ kg) e nutrientes, % ou conforme indicado.

*Table 1.* Proportion of acidifiers in blends used, Metabolizable Energy value (kcal/kg) and nutrients, % or as noted.

	<b>Mistura A</b>	<b>Mistura B</b>	<b>Mistura C</b>	<b>Mistura D</b>
	<i>Blend A</i>	<i>Blend B</i>	<i>Blend C</i>	<i>Blend D</i>
Ácido Láctico <i>Lactic Acid</i>	70,00	55,00	-	20,00
Ácido Fórmico <i>Formic Acid</i>	2,00	2,00	7,00	5,00
Ácido Acético <i>Acetic Acid</i>	6,00	7,00	-	-
Ácido Cítrico <i>Citric Acid</i>	-	-	4,00	2,50
Ácido Ortofosfórico <i>Orthophosphoric Acid</i>	-	6,00	5,00	2,50
Ácido Benzóico <i>Benzoic Acid</i>	7,00	-	59,00	3,00
Veículo Inert	15,00	30,00	25,00	67,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Fósforo Disponível <i>Available Phosphorus</i>	2,00	2,00	2,00	1,00
Cálcio <i>Calcium</i>	-	-	6,00	3,00
Sódio <i>Sodium</i>	-	-	11,00	5,00
Energia Metabolizável <sup>1</sup> , kca/kg <i>Metabolizable Energy, kcal/kg</i>	3.000	3.000	190*	1.100

1.Eidelsburger, 2001.

**Tabela 2.** Quantidades dos acidificantes utilizados na composição dos tratamentos, kg/ton<sup>1</sup>.

*Table 2.* Amounts of supplemented acidifiers in each treatment, kg/ton.

Dietas Diets	Controle Positivo	Controle Negativo	Mistura Blend					
			A	B	C	C	D	D
Pré-inicial (1 a 7 dias) <i>Pré-starter (1-7 days)</i>	-	-	8	10	4	3	5	3
Inicial (7 a 21 dias) <i>Starter (7 to 21 days)</i>	-	-	4,5	6	2	3	2,5	3
Crescimento (21 a 35 dias) <i>Growth (21 to 35 days)</i>	-	-	2,5	3	1	1	1	1



**Continuação...Tabela 3.** Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais Pré-iniciais (1 a 7 dias idade).

**Table 03.** *Ingredient and nutritional composition of experimental Pre-starter diets (1 to 7 days)*

<b>Energia e Nutrientes (% ou conforme especificado ao lado)</b>								
<i>Energy and nutrients(% or as noted)</i>								
Energia Metabolizável, kcal/kg <i>Metabolizable Energy, kcal/kg</i>	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína Bruta <i>Crude Protein</i>	22	22	22	22	22	22	22	22
Cálcio <i>Calcium</i>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Fósforo Disponível <i>Available Phosphorus</i>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Potássio <i>Potassium</i>	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Sódio <i>Sodium</i>	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Cloro <i>Chloride</i>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina Digestível <i>Digestible Lysine</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Metionina Digestível <i>Digestible Methionine</i>	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Metionina+Cisteína Digestível <i>Digestible Methionine + Cystine</i>	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Treonina Digestível <i>Digestible Threonine</i>	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Triptofano Digestível <i>Digestible Tryptophan</i>	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Arginina Digestível <i>Digestible Arginine</i>	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
Valina Digestível <i>Digestible Valine</i>	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

\*Composição por Kg de dieta: vitamina A 8.000 UI, vitamina D3 2.000 UI, Vitamina E 30 mg, vitamina K3 2,0 mg, vitamina B1 2,0 mg, vitamina B2 6,0 mg, vitamina B6 2,5 mg, vitamina B12 0,012 mg, ácido pantotênico 15 mg, niacina 35 mg, ácido fólico 1,0 mg, biotina 0,08 mg, colina 1.600 mg.

\*\* Composição por kg de dieta: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg.

\*Composition per Kg of diet: vitamin A 8.000 UI, vitamin D3 2.000 UI, Vitamin E 30 mg, vitamin K3 2,0 mg, vitamin B1 2,0 mg, vitamin B2 6,0 mg, vitamin B6 2,5 mg, vitamin B12 0,012 mg, pantothenic acid 15 mg, niacin 35 mg, folic acid 1,0 mg, biotin 0,08 mg, choline 1.600 mg.

\*\* Composition per kg of diet: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg.





**Continuação... Tabela 4.** Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais iniciais (7 a 21 dias idade).

**Table 04.** Ingredient, nutrient and energy composition of experimental starter diets (7 to 21 days)

<b>Energia e Nutrientes (% ou conforme especificado ao lado)</b>								
<i>Energy and nutrients(% or as noted)</i>								
Energia Metabolizável, kcal/kg <i>Metabolizable Energy, kcal/kg</i>	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
Proteína Bruta <i>Crude Protein</i>	20	20	20	20	2	20	20	20
Cálcio <i>Calcium</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Fósforo Disponível <i>Available Phosphorus</i>	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Potássio <i>Potassium</i>	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Sódio <i>Sodium</i>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro <i>Chloride</i>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina Digestível <i>Digestible Lysine</i>	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Metionina Digestível <i>Digestible Methionine</i>	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Metionina+Cisteína Digestível <i>Digestible Methionine + Cystine</i>	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Treonina Digestível <i>Digestible Threonine</i>	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Triptofano Digestível <i>Digestible Tryptophan</i>	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Arginina Digestível <i>Digestible Arginine</i>	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
Valina Digestível <i>Digestible Valine</i>	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

\*Composição por kg de dieta: vitamina A 8.000 UI, vitamina D3 2.000 UI, Vitamina E 30 mg, vitamina K3 2,0 mg, vitamina B1 2,0 mg, vitamina B2 6,0 mg, colina 1.500 mg, vitamina B6 2,5 mg, vitamina B12 0,012 mg, ácido pantotênico 15 mg, niacina 35 mg, ácido fólico 1,0 mg, biotina 0,08 mg.

\*\* Composição por kg de dieta: i 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg

\*Composition per kg of diet: vitamin A 8,000 UI, vitamin D3 2,000 UI, Vitamin E 30 mg, vitamin K3 2,0 mg, vitamin B1 2,0 mg, vitamin B2 6,0 mg, choline 1,500 mg, vitamin B6 2,5 mg, vitamin B12 0,012 mg, pantothenic acid 15 mg, niacin 35 mg, folic acid 1,0 mg, biotin 0,08 mg.

\*\* Composition per kg of diet: i 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg



**Continuação... Tabela 5.** Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais crescimento (21 a 35 dias idade).

**Table 05.** *Ingredient, nutrient and energy composition of experimental grower diets (21 a 35 days)*

<b>Energia e Nutrientes (% ou conforme especificado ao lado)</b>								
<i>Energy and nutrients(% or as noted)</i>								
Energia Metabolizável, kcal/kg <i>Metabolizable Energy, kcal/kg</i>	3,180	3,180	3,180	3,180	3,180	3,180	3,180	3,180
Proteína Bruta <i>Crude Protein</i>	18	18	18	18	18	18	18	18
Cálcio <i>Calcium</i>	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Fósforo Disponível <i>Available Phosphorus</i>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Potássio <i>Potassium</i>	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Sódio <i>Sodium</i>	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro <i>Chloride</i>	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,29	0,29
Lisina Digestível <i>Digestible Lysine</i>	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Metionina Digestível <i>Digestible Methionine</i>	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Metionina+Cisteína Digestível <i>Digestible Methionine + Cystine</i>	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Treonina Digestível <i>Digestible Threonine</i>	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Triptofano Digestível <i>Digestible Tryptophan</i>	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Arginina Digestível <i>Digestible Arginine</i>	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
Valina Digestível <i>Digestible Valine</i>	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

\*Composição por Kg de dieta: vitamina A 8.000 UI, vitamina D3 2.000 UI, Vitamina E 30 mg, vitamina K3 2,0 mg, vitamina B1 2,0 mg, vitamina B2 6,0 mg, vitamina B6 2,5 mg, vitamina B12 0,012 mg, ácido pantotênico 15 mg, niacina 35 mg, ácido fólico 1,0 mg, biotina 0,08 mg, Colina 1.500 mg.

\*\* Composição Kg de dieta: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg

\*Composition per Kg of diet: vitamin A 8.000 UI, vitamin D3 2.000 UI, Vitamin E 30 mg, vitamin K3 2,0 mg, vitamin B1 2,0 mg, vitamin B2 6,0 mg, vitamin B6 2,5 mg, vitamin B12 0,012 mg, pantothenic acid 15 mg, niacin 35 mg, folic acid 1,0 mg, biotin 0,08 mg, choline 1.500 mg.

\*\* Composition per Kg of diet: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg

**Tabela 6.** Ganho de peso corporal médio de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, g/ave.

*Table 6.* Body weight gain of broilers fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blends, g/bird.

	1-7	7-21	1-21	21-35	1-35
T1: Controle Positivo <i>Positive Control</i>	153	800	952	1.334	2.286
T2: Controle Negativo <i>Negative Control</i>	150	793	947	1.336	2.282
T3: Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)*</sup> <i>Blend A</i>	152	809	960	1.339	2.299
T4: Mistura B <sup>(10/6/3)</sup> <i>Blend B</i>	153	814	966	1.349	2.315
T5: Mistura C <sup>(4/2/1)</sup> <i>Blend C</i>	150	788	939	1.346	2.285
T6: Mistura C <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend C</i>	151	791	942	1.328	2.274
T7: Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup> <i>Blend D</i>	154	804	957	1.360	2.317
T8: Mistura D <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend D</i>	151	784	936	1.397	2.333
Média <i>Mean</i>	152	798	950	1.358	2.308
CV, % <i>Coefficient of Variation</i>	2,24	3,59	3,20	3,29	3,58
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,3262	0,5804	0,6304	0,3526	0,6452

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

*Mean values without a common superscript are different (Tukey)*

\*Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/ton da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

*\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/started/grower diets, kg/ton..*

**Tabela 7.** Conversão Alimentar de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes.

**Table 7.** Feed conversion of broilers fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blends.

	1-7	7-21	1-21	21-35	1-35
T1: Controle Positivo <i>Positive Control</i>	1,004 <sup>ab</sup>	1,356 <sup>ab</sup>	1,301 <sup>a</sup>	1,768 <sup>ab</sup>	1,573 <sup>a</sup>
T2: Controle Negativo <i>Negative Control</i>	1,010 <sup>abc</sup>	1,388 <sup>b</sup>	1,324 <sup>b</sup>	1,847 <sup>b</sup>	1,629 <sup>b</sup>
T3: Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)*</sup> <i>Blend A</i>	1,019 <sup>abc</sup>	1,350 <sup>ab</sup>	1,296 <sup>a</sup>	1,812 <sup>ab</sup>	1,594 <sup>ab</sup>
T4: Mistura B <sup>(10/6/3)</sup> <i>Blend B</i>	1,005 <sup>ab</sup>	1,348 <sup>a</sup>	1,295 <sup>a</sup>	1,871 <sup>b</sup>	1,630 <sup>b</sup>
T5: Mistura C <sup>(4/2/1)</sup> <i>Blend C</i>	1,029 <sup>bc</sup>	1,361 <sup>ab</sup>	1,308 <sup>ab</sup>	1,797 <sup>ab</sup>	1,596 <sup>ab</sup>
T6: Mistura C <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend C</i>	1,009 <sup>abc</sup>	1,367 <sup>ab</sup>	1,310 <sup>ab</sup>	1,773 <sup>ab</sup>	1,571 <sup>a</sup>
T7: Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup> <i>Blend D</i>	1,001 <sup>a</sup>	1,349 <sup>ab</sup>	1,288 <sup>a</sup>	1,752 <sup>a</sup>	1,582 <sup>a</sup>
T8: Mistura D <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend D</i>	1,031 <sup>c</sup>	1,355 <sup>ab</sup>	1,301 <sup>a</sup>	1,760 <sup>ab</sup>	1,576 <sup>a</sup>
Média <i>Mean</i>	1,013	1,359	1,304	1,784	1,594
CV, % <i>Coefficient of Variation</i>	1,41	1,39	1,13	3,64	2,23
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,0022	0,0548	0,0021	0,0349	0,0238

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

*Mean values without a common superscript are different (Tukey)*

\*Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/ton da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

*\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/started/grower diets, kg/ton..*

**Tabela 8.** Consumo de alimento de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, g/ave.

*Table 8. Feed consumption of broilers fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blends, g/bird.*

	1-7	7-21	1-21	21-35	1-35
T1: Controle Positivo <i>Positive Control</i>	153	1.085	1.238	2.358 <sup>c</sup>	3.571 <sup>b</sup>
T2: Controle Negativo <i>Negative Control</i>	151	1.102	1.254	2.467 <sup>b</sup>	3.720 <sup>a</sup>
T3: Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)*</sup> <i>Blend A</i>	153	1.092	1.245	2.419 <sup>bc</sup>	3.664 <sup>ab</sup>
T4: Mistura B <sup>(10/6/3)</sup> <i>Blend B</i>	153	1.098	1.251	2.524 <sup>a</sup>	3.775 <sup>a</sup>
T5: Mistura C <sup>(4/2/1)</sup> <i>Blend C</i>	155	1.073	1.228	2.445 <sup>c</sup>	3.646 <sup>ab</sup>
T6: Mistura C <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend C</i>	153	1.081	1.233	2.355 <sup>ab</sup>	3.596 <sup>b</sup>
T7: Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup> <i>Blend D</i>	155	1.129	1.284	2.382 <sup>ab</sup>	3.626 <sup>ab</sup>
T8: Mistura D <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend D</i>	156	1.062	1.218	2.459 <sup>ab</sup>	3.598 <sup>b</sup>
Média <i>Mean</i>	154	1.089	1.243	2.412	3.652
CV, % <i>Coefficiente of Variation</i>	3,11	4,40	3,89	2,05	2,09
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,7496	0,4473	0,5014	<0,0001	0,0030

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

*Mean values without a common superscript are different (Tukey)*

\*Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/ton da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

*\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/started/grower diets, kg/ton..*

**Tabela 9.** Consumo de água de frangos de corte consumindo dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, mL/ave/dia.

**Table 9.** Water consumption of broiler fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blends, mL/bird/day.

	Período (dias) <i>Period (days)</i>		
	1-7	1-21	21-35
T1: Controle Positivo <i>Positive Control</i>	66	138	352
T2: Controle Negativo <i>Negative Control</i>	68	151	354
T3: Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)*</sup> <i>Blend A</i>	68	148	363
T4: Mistura B <sup>(10/6/3)</sup> <i>Blend B</i>	68	152	361
T5: Mistura C <sup>(4/2/1)</sup> <i>Blend C</i>	68	148	351
T6: Mistura C <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend C</i>	68	142	347
T7: Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup> <i>Blend D</i>	66	144	457
T8: Mistura D <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend D</i>	68	146	351
<b>Média</b> <i>Mean</i>	67	146	355
<b>CV, %</b> <i>Coefficient of Variation</i>	3,75	8,90	7,08
<b>Probabilidade &lt;</b> <i>Probability</i>	0,3130	0,6543	0,9660

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

*Mean values without a common superscript are different (Tukey)*

\*Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/ton da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

*\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/starter/grower diets, kg/ton..*



**Tabela 10.** Peso relativo das secções do intestino delgado, aos 14 dias de idade, de frangos de corte consumindo dietas com antibióticos promotores de crescimento ou diferentes misturas de acidificantes, % do peso corporal\*.

*Table 10.* Relative weight of different small intestine parts, at 14 days old of broilers fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blends, % body weight.

	Intestino Delgado <i>Small Intestine</i>	Duodeno <i>Duodenum</i>	Jejuno <i>Jejunum</i>	Íleo <i>Ileum</i>
T1: Controle Positivo <i>Positive Control</i>	4,65 <sup>a</sup>	1,33	1,88 <sup>ab</sup>	1,45 <sup>ab</sup>
T2: Controle Negativo <i>Negative Control</i>	5,37 <sup>b</sup>	1,46	1,97 <sup>b</sup>	1,59 <sup>b</sup>
T3: Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)**</sup> <i>Blend A68</i>	4,29 <sup>a</sup>	1,39	1,67 <sup>a</sup>	1,27 <sup>a</sup>
T4: Mistura B <sup>(10/6/3)</sup> <i>Blend B</i>	4,69 <sup>ab</sup>	1,38	1,74 <sup>ab</sup>	1,51 <sup>b</sup>
T5: Mistura C <sup>(4/2/1)</sup> <i>Blend C</i>	4,52 <sup>ab</sup>	1,38	1,86 <sup>ab</sup>	1,47 <sup>ab</sup>
T6: Mistura C <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend C</i>	4,29 <sup>a</sup>	1,34	1,62 <sup>a</sup>	1,47 <sup>ab</sup>
T7: Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup> <i>Blend D</i>	4,57 <sup>ab</sup>	1,33	1,67 <sup>a</sup>	1,47 <sup>ab</sup>
T8: Mistura D <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend D</i>	4,69 <sup>ab</sup>	1,52	1,72 <sup>ab</sup>	1,46 <sup>ab</sup>
Média <i>Mean</i>	4,65	1,39	1,77	1,46
CV, % <i>Coefficient of Variation</i>	10,78	8,53	11,57	15,53
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,0096	0,1587	0,0153	0,0035

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

*Mean values without a common superscript are different (Tukey)*

\*. Dados transformados para arco seno para a análise estatística, médias e coeficiente de variação correspondem aos valores não transformados.

\*. Data was transform to arc sen to statistic analysys, mean and Coefficient of Variation and are equivalent to non transformed values

\*\* Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/ton da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

\*\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/started/grower diets, kg/ton..

**Tabela 11.** Comprimento das diferentes secções do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, aos 14 dias de idade, cm\*.

*Table 11. Length of different small intestine sections of 14 days old broilers fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blends, cm\**

	Intestino Delgado <i>Small Intestine</i>	Duodeno <i>Duodenum</i>	Jejuno <i>Jejunum</i>	Íleo <i>Ileum</i>
T1: Controle Positivo <i>Positive Control</i>	156	25 <sup>abc</sup>	63	64
T2: Controle Negativo <i>Negative Control</i>	150	27 <sup>c</sup>	61	62
T3: Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)**</sup> <i>Blend A68</i>	141	25 <sup>abc</sup>	59	55
T4: Mistura B <sup>(10/6/3)</sup> <i>Blend B</i>	149	26 <sup>bc</sup>	60	62
T5: Mistura C <sup>(4/2/1)</sup> <i>Blend C</i>	140	25 <sup>abc</sup>	57	59
T6: Mistura C <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend C</i>	147	25 <sup>abc</sup>	55	66
T7: Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup> <i>Blend D</i>	146	24 <sup>b</sup>	60	62
T8: Mistura D <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend D</i>	144	23 <sup>a</sup>	60	59
Média <i>Mean</i>	147	25,08	59	61
CV, % <i>Coefficient of Variation</i>	6,47	4,52	8,25	8,40
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,2480	0,0018	0,4945	0,1046

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

*Mean values without a common superscript are different (Tukey)*

\*. Dados transformados para arco seno para a análise estatística; médias e coeficiente de variação correspondem aos valores não transformados.

\*. Data was transform to arc sen to statistic analysys, mean and Coefficient of Variation and are equivalent to non transformed values

\*\* Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/ton da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

\*\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/started/grower diets, kg/ton..

**Tabela 12.** Relação peso: comprimento das diferentes secções do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, aos 14 dias de idade, (g/cm\*100)\*.

*Table 12.* Weight: length of different small intestine sections of 14 days old broilers fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blends, (g/cm\*100)\*

	Intestino Delgado <i>Small Intestine</i>	Duodeno <i>Duodenum</i>	Jejuno <i>Jejunum</i>	Íleo <i>Ileum</i>
T1: Controle Positivo <i>Positive Control</i>	35,5	59,1	32,0 <sup>ab</sup>	24,7
T2: Controle Negativo <i>Negative Control</i>	38,1	58,7	30,6 <sup>ab</sup>	23,0
T3: Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)**</sup> <i>Blend A68</i>	36,0	60,9	28,7 <sup>b</sup>	25,7
T4: Mistura B <sup>(10/6/3)</sup> <i>Blend B</i>	34,4	59,9	30,0 <sup>b</sup>	26,5
T5: Mistura C <sup>(4/2/1)</sup> <i>Blend C</i>	34,3	58,5	30,7 <sup>ab</sup>	24,7
T6: Mistura C <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend C</i>	37,9	60,9	36,4 <sup>a</sup>	28,6
T7: Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup> <i>Blend D</i>	32,9	57,8	31,8 <sup>ab</sup>	25,0
T8: Mistura D <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend D</i>	35,8	62,7	33,3 <sup>ab</sup>	25,3
Média <i>Mean</i>	35,7	59,9	31,8	25,5
CV, % <i>Coefficient of Variation</i>	10,31	9,11	8,97	14,99
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,3451	0,8361	0,0109	0,4751

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

*Mean values without a common superscript are different (Tukey)*

\*. Dados transformados para arco seno para a análise estatística, médias e coeficiente de variação correspondem aos valores não transformados.

\*. Data was transform to arc sen to statistic analysys, mean and Coefficient of Variation and are equivalent to non transformed values

\*\* Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/ton da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

\*\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/started/grower diets, kg/ton..

**Tabela 13.** Número de vilos por quadrante, altura de vilos e profundidade de cripta, do duodeno de frangos de corte, aos 14 dias de idade, alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes.

*Table 13.* Number of villi per quadrant, villi height and crypt depth from duodenum section at 14 days old broilers, fed diets with antibiotic growth promoter or blends of acidifier.

	Número de Vilos <i>Villi Number</i>	Altura Vilo, $\mu\text{m}$ <i>Villi Height</i>	Profundidade Cripta, $\mu\text{m}$ <i>Crypt Depth</i>
T1: Controle Positivo <i>Control Positive</i>	10,75	1.770 <sup>ab</sup>	132 <sup>ab</sup>
T2: Controle Negativo <i>Control Negative</i>	11,31	1.540 <sup>b</sup>	136 <sup>ab</sup>
T3: Mistura A <sup>(8/4,5/2,5)*</sup> <i>Blend A</i>	11,27	1.898 <sup>a</sup>	128 <sup>b</sup>
T4: Mistura B <sup>(10/6/3)</sup> <i>Blend B</i>	10,19	1.836 <sup>ab</sup>	141 <sup>ab</sup>
T5: Mistura C <sup>(4/2/1)</sup> <i>Blend C</i>	11,25	1.820 <sup>ab</sup>	130 <sup>b</sup>
T6: Mistura C <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend C</i>	11,28	1.960 <sup>a</sup>	123 <sup>b</sup>
T7: Mistura D <sup>(5/2,5/1)</sup> <i>Blend D</i>	10,50	1.877 <sup>a</sup>	164 <sup>a</sup>
T8: Mistura D <sup>(3/3/1)</sup> <i>Blend D</i>	10,20	1.960 <sup>a</sup>	114 <sup>b</sup>
Média <i>Mean</i>	10,84	1.832	134
CV, % <i>Coefficient of Variation</i>	8,46	9,22	11,76
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,1077	0,0032	0,0003

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

*Mean values without a common superscript are different (Tukey)*

\*Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/ton da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

*\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/started/grower diets, kg/ton..*

### Literatura citada

- ANDERSON, D.B.; MCCRACKEN, V.J.; AMINOV, R.I.; SIMPSON, J.M.; MACKIE, R.I.; VESTEGEN, M.W.A.; GASKINS, H.R. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. **Pig News and Information**. V 20, p. 115N-122N. 1999.
- ANDRYS, R.; KLECKER, D.; ZEMAN, L.; MARECEK, E. The effect of changed pH values of feed in isophosphoric diets on chicken broiler performance. **Czech Journal of Animal Science**. V. 48, p. 197-206. 2003.
- AUMAITRE, A.; PEINIAU, J.; MADEC, F. Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. **Pig News and Information**. v. 16, p. 73N-79N. 1995.
- BURNELL, T.W.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 1100-1108. 1988.
- CANIBE, N.; ENGBERG, R.M; JENSEN, B.B. An overview of the effect of organic acids on gut flora and gut health. [www.afac.slu.se/workshop%20norge/organic\\_acid\\_canibe\\_et\\_al\\_pdf](http://www.afac.slu.se/workshop%20norge/organic_acid_canibe_et_al_pdf). Acessado: 20/12/2005.
- CHAVEERACH, P.; KEUZENKAMP, D.A.; LIPMAN, L.J.A.; VAN KNAPENT, F. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological changes. **Poultry Science**, v. 83, p. 330-334. 2004.
- CHERRINGTON, C.A., HINTON, M.; CHOPRA, I. Organic Acids: Chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances Microbiological Physiology**. 32: 87-108. 1991.
- COLE, D.J.A.; BEAL, R.M.; LUSCOMBE, N.D.A. The effect on performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pigs. **The Veterinary Record**, v. 83, p. 459-464. 1968.
- CRANWELL, P.D. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: (MA Valey, Ed.) **The neonatal pig: development and survival**. CAB International. Wallingford. p. 99-154. 1995.
- CURI, R.; BOND, J.A.; CALDER, P.C.; NEWSHOLME, E.A. Propionate regulates lymphocyte proliferation and metabolism. **General Pharmacology**. v. 24, n. 3, p. 591-597. 1993.
- DASKIRAN, M.; TEETER, R.G.; VANHOOSER, S.L.; GIBSON, M.L.; ROURA, E. Effect of dietary acidification on mortality rates, general performance, carcass characteristics, and serum chemistry of broilers exposed to cycling high ambient temperature stress. **Journal Applied Poultry Research**. v. 13, p. 605-613, 2004.

DIBNER, J.J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**. v. 11, p. 453–463. 2002.

EC Regulation No 1831/2003 of the THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal**, L192, P. 0034 - 0034 ES DE . 29/05/2004

EDMONDS, M.S.; IZQUIERDO, O.A.; BAKER, D.H. Feed additive studies with newly weaned pigs: efficacy of supplemental copper, antibiotics and organic acids. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 462-469. 1985.

EIDELSBURGER, U. Feeding short-chain fatty acids to pigs. In: (PC Garnsworthy e J Wiseman Ed.) **Recent Developments in Pig Nutrition 3**. Nottingham University Press, 2001. p. 107-121..

GABERT, V.M.; SAUER, W.C.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F.; MOSENTHIN, R. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial metabolites in the small intestine of weaning pigs fed semipurified fish meal diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 75, p. 615-623. 1995.

HENRIQUE, A.P.F.; FARIA, D.E.; FRANZOLIN, R.; ITO, D.T. Efeito de ácido orgânico, probiótico e antibiótico sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. Botucatu/SP. **Anais da XXXV Reunião da SBZ - 27 a 31 de Julho de 1998 - Botucatu/SP**. CD room. 1998.

IZAT, A.L.; ADAMS, M.H.; CABEL, M.C.; COLBERG, M.C.; REIBER, M.A.; SKINNER, J.T.; WALDROUP, P.W. Effects of formic acid or calcium formate in feed on performance and microbial characteristics of broilers. **Poultry Science**, v. 69, p. 1876-1882. 1990b.

IZAT, A.L.; TIDWELL, N.M.; THOMAS, R.A.; REIBER, M.A.; THOMAS, M.H.; COLBERG, M.; WALDROUP, P.W. Effects of buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on microflora of the intestine and carcass. **Poultry Science**, v. 69, p. 818-826. 1990a.

JORGENSEN, L.; BOES, J. Benzoic acid and lactic acid+ formic acid for weaners. The National Committee for Pig Production. Report no. 677. 2004.

LARBIER, M.; LECLERQ, B. **Nutrition and Feeding of Poultry**: Intake of food and water. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p. 101-118.

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

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

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.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; LAURENTIZ, A.C.; ZANELLA, I. Efeito do nível de energia e ácidos orgânicos em dietas iniciais de frangos de corte. U.F.Pernambuco. Anais da **XXXIX Reunião da SBZ**. 29/7/02 – Recife/PE. CD room. 2002

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v. 74, p. 366-373. 1995.

NUÑEZ, M.C.; BUENO, J.D.; AYUDARTE, M.V.; ALMENDROS, A.; RIOS, A.; SUÁREZ, M.D.; GIL, A. Dietary restriction induces biochemical and morphometric changes in the small intestine of nursing piglets. **Journal of Nutrition**. v. 126, n. 8, p. 933-944. 1996.

PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**. v.12, n1, p. 117-145. 1999.

PATTEN, J.D.; WALDROUP, P.W. Use of organic acids in broiler diets. **Poultry Science**, v. 67, p 1178-1182. 1988.

PEREZ, R.; STEVENSON, F.; JOHNSON, J.; MORGAN, M.; ERICKSON, K.; HUBBARD, N.E.; MORAND, L.; RUDICH, S.; KATZNELSON, S.; GERMAN, J.B. Sodium butyrate upregulates cell PGE<sub>2</sub> production and modulates immune function. **Journal of Surgical Research**, v. 78, p. 1-6. 1998.

PROPHET, E.B.; MILLS, B.; ARRINGTON, J.B.; SOBIN, L.H. **Laboratory Methods in Histotechnology**. Armed Forces Institute of Pathology. Washington DC. 1992.

RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; PARSONS, C.M.; JUNGKT, R.A. The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chicks. **Poultry Science**, v. 84, p. 1356-1362. 2005 a.

RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; MARTINEZ-AMEZCUA, C.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H.; SNOW, J. Citric acids improves phytate phosphorus utilization in crossbred and commercial broiler chicks. **Poultry Science**, v. 84, p. 1370-1375. 2005 b.

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.

RISLEY, C.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D.; WEAKLAND, S.M. Effects of organic acids with and without a microbial culture on performance and

gastrointestinal tract measurements of weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 35, p. 259-270. 1991.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2000.

RUSSELL, J.B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 73, p. 363-370. 1992.

SAKATA, T. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fiber, gut microbes and luminal trophic factors. **British Journal of Nutrition**, v. 58, n. 95, p. 95-103. 1987.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT User Guide: Statistics Release. SAS Institute Inc., NC. 2001.

SNOW, J.L.; BAKER, D.H.; PARSONS, C. Phytase, citric acid, and 1- $\alpha$ -hidroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v. 83, p. 1187-1192. 2004.

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

STURKIE, PD. **Avian Physiology**. 4ª. Edição. Springer-Verlag. New York. 1986. 516p.

SUN, X.; MCELROY, A.; WEBB JR., K.E.; SEFTON, A.E.; NOVAK, C. Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. **Poultry Science**, v. 84, p. 1294-1302. 2005.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**. v. 78, p. 215-222. 1999.

van der WIELEN, P.W.J.J.; BIERSTERVELD, S.; OTERMANS, S.; HOFSTRA, H.; URLINGS, B.A.P.; van KNAPEN, F. Role of volatile fatty acids in development of the cecal microflora in broiler chickens during growth. **Applied and Environmental Microbiology**. v.66, n. 6, p. 2536-2540. 2000.

van IMMERSEEL, F.; FIEVES, V.; BUCK, J.; PASMANS, F.; MARTEL, A. HAESEBROUCK, F.; 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.

VISEK, W.J. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal of Animal Science**, v. 46, p. 1447-1469. 1978.



## CAPÍTULO 3 <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Revista Brasileira de Zootecnia

**Suplementação de acidificantes em dietas de frangos de corte:  
Desempenho zootécnico e alterações na morfologia do intestino delgado.**

**Eduardo Pillari Viola, Sérgio Luiz Vieira e Dimitri Moreira de Freitas<sup>1</sup>**

**Resumo:** Este estudo avaliou o efeito da suplementação de misturas de acidificantes em dietas para frangos de corte sobre o desempenho e alterações na morfologia intestinal. Foram utilizados 2.112 frangos de corte que receberam 6 tratamentos correspondentes a diferentes misturas e doses de acidificantes, conforme segue (dose em kg/ton nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, entre parênteses após o tratamento): T1: Controle (sem mistura de acidificantes e sem antibióticos e sem anticoccidianos); T2: (Mistura de acidificantes A(8/4,5/2,5)); T3: Mistura de acidificantes B(8/4,5/2,5); T4: Mistura de acidificantes C(8/4,5/2,5); T5: Mistura de acidificantes D(2,5/2,5/2); T6: Mistura de acidificantes E(3/2/1) na água. As misturas de acidificantes foram composta pelas seguintes porcentagens de ácidos carboxílicos: Mistura A (ácido láctico 70%, ácido fórmico 2%, ácido acético 6%, ácido benzóico 7%), Mistura B (ácido láctico 76%, ácido fórmico 2%, ácido acético 4%), Mistura C (ácido láctico 50%, ácido fórmico 8%, ácido benzóico 7%), Mistura D (ácido fórmico 85%), Mistura E (ácido láctico 40%, ácido acético 5%, ácido benzóico 5%), material inerte foi utilizado completando 100%. Foram utilizadas 8 repetições por tratamento, em delineamento completamente casualizado. A suplementação das dietas com misturas de acidificantes teve efeito benéfico sobre o ganho de peso, em comparação ao Controle; resultou em aumento no consumo de alimentos, em relação ao Controle, com exceção da Mistura B(8/4,5/2,5), e melhora na conversão alimentar no período de 7 a 21 dias de idade, com exceção da Mistura E(3/2/1). O Consumo de água das dietas com acidificantes não foi diferentes do Controle, com exceção da Mistura E(3/2/1) que resultou em menor consumo; a relação consumo de água: consumo de alimento foram similares ao Controle com exceção das dietas com as Misturas D(2,5/2,5/2) e E(3/2/1) que foram inferiores. Com exceção do íleo, as porções do intestino delgado dos frangos com dietas com misturas de acidificantes apresentaram peso relativo superior ao Controle aos 7 dias de idade. Aos 21 dias de idade o peso relativo do duodeno dos

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – Departamento de Zootecnia  
Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, Rio Grande do Sul  
eviola@terra.com.br

frangos submetidos a Mistura E(3/2/1) foi superior aos demais e influenciou no peso relativo do intestino delgado. O comprimento do jejuno aos 7 dias foi superior para as misturas de acidificantes em relação ao Controle, enquanto aos 21 dias esse efeito ocorreu no jejuno e no íleo. A relação peso: comprimento das secções intestinais das aves recebendo dietas com misturas de acidificantes foi superior ao Controle para o jejuno aos 7 dias e não houve efeito aos 21 dias de idade. A adição de misturas de acidificantes foi eficiente em manter o desempenho de frangos de corte e as condições morfológicas intestinais de frangos de corte.

**Palavras chave:** acidificantes, ácidos orgânicos, ácidos carboxílicos, frangos de corte, intestino delgado.

**Abstract:** This study evaluated the effect of the use of different acidifier blends added to broiler feeds on live performance, intestinal characteristics and organic acid presence. Broiler chicks in number of 2,112, were allocated to 6 treatments corresponding to different acidifier blends and doses as follow (kg/ton in pre-starter, starter and grower phases are within parenthesis after treatment): T1: Control (without acidifier blends); T2: Acidifier Blend A(8/4,5/2,5); T3: Acidifier Blend B(8/4,5/2,5); T4: Acidifier Blend C(8/4,5/2,5); T5: Acidifier Blend D(2,5/2,5/2); T6: Acidifier Blend E(3/2/1) in water. Acidifier blends had the following proportion of carboxylic acids, in percent: Blend A (lactic acid 70%, formic acid 2%, acetic acid 6%, benzoic acid 7%), Blend B (lactic acid 76%, formic acid 2%, acetic acid 4%), Blend C (lactic acid 50%, formic acid 8%, benzoic acid 7%), Blend D (formic acid 85%), Blend E (lactic acid 40%, acetic acid 5%, benzoic acid 5%), inert was added to complete 100%. Each treatment had 8 replicates in a completely randomized design. There was a general beneficial effect of diet acidifier supplementation. Acidifier diets result in higher weight gain, reduced feed intake, exception to Blend B(8/4,5/2,5) and better feed conversion, exception to Blend E(3/2/1). Water intake with exception to Blend E(3/2/1) was similar to Control, that was lower. With exception to Blend D(2,5/2,5/2) and E(3/2/1) the effect of acidifier blend was similar to Control to water consumption: feed intake ratio. Broilers from acidifier diets had heavier and longer small intestine than Control. These

results demonstrate that the use of acidifier blends was efficient in maintaining the performance but the higher doses can produce damages to intestinal.

**Key words:** acidifier, carboxylic acids, broiler, organic acid, small intestine

### Introdução

Os programas de alimentação de frangos de corte têm tradicionalmente utilizado antibióticos como melhoradores do desempenho. Há um questionamento crescente com relação a essa prática pelos consumidores ao redor do mundo. A Comunidade Européia proibiu o uso de antibióticos em inclusões baixas e constantes em alimentos para animais destinados ao consumo humano a partir de janeiro de 2006 (EC,2003). A busca por alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento vem, desta forma, crescendo nos países produtores de frangos de corte. Suplementações de dietas com ácidos orgânicos e inorgânicos têm sido preconizadas nesse sentido. Os ácidos orgânicos são constituintes naturais das plantas e animais e podem ser formados através de fermentação microbiana no intestino ou em rotas metabólicas intermediárias (Lehninger *et al.*, 1993, Solomons e Fryhle, 2002).

As estratégias para reduzir o uso de antibióticos em aves incluem melhoria da biosegurança, vacinação, seleção genética e exclusão competitiva, entre outros (Sun *et al.*, 2005). Os ácidos orgânicos utilizados tanto individualmente como em misturas entre si ou com ácidos inorgânicos, também têm sido preconizados nesse sentido. Os ácidos orgânicos de cadeia curta possuem atividade antimicrobiana, sendo o fórmico, o acético, o propiônico, o butírico, o láctico, o cítrico e o fumárico exemplos dos que têm sido utilizados em nutrição animal há alguns anos (Cherrington *et al.*, 1991; Dibner e

Buttin, 2002) e o benzóico (Mroz *et al.*, 2000). Ácidos inorgânicos também têm sido propostos como aditivos para uso em dietas para animais, como o ácido fosfórico (van Immerseel *et al.*, 2004).

Os ácidos orgânicos exercem suas ações tanto no alimento como no trato digestivo dos animais. Após a ingestão pelos suínos, os ácidos orgânicos exercem ações sobre a acidez gástrica, essencial para a prevenção da sobrevivência dos patógenos ingeridos no estômago, e ativação das proteases gástricas (Cranwell, 1995, Partanen, 2001) e redução do esvaziamento gástrico (Ravindran e Kornegay, 1993). Em animais, de modo geral os ácidos orgânicos atuam sobre bactérias patogênicas, modificam a microbiota e estimulam a secreção pancreática (Harada *et al.*, 1988). São relatados melhoria na digestibilidade e estímulo da proliferação celular no intestino delgado (Sakata, 1987, Sakata, 1988), aumentando a superfície de absorção, e estimulando o metabolismo intermediário, resultando em maior utilização da energia e da proteína (Eidelsburger, 2001).

A atividade antimicrobiana dos ácidos orgânicos está relacionada à redução do pH, modificando o ambiente externo e a capacidade da forma não dissociada de se difundir livremente através da membrana celular dos microorganismos, penetrando na célula. Dentro da célula, os ácidos se dissociam, alterando o pH interno e o gradiente de prótons e de carga com o exterior (Cherrington *et al.*, 1991; Roth, 2000). Dessa forma, sistemas enzimáticos e de transporte de nutrientes são inibidos, desencadeando um mecanismo de compensação de carga elétrica, aumentando os níveis de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  (Russel, 1992), aumentando a força iônica intracelular, provocando aumento da pressão sobre a parede do microorganismo, levando o microorganismo à morte (Rodriguez-Palenzuela, 2000). No entanto, outros trabalhos demonstram que bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, como a *Escherichia coli* e a *Salmonella typhimurium*

apresentam mecanismos de adaptação e resistência a ambientes ácidos, sendo a resposta diferente entre os ácidos orgânicos, permeáveis e que dissociam dentro da célula, e os ácidos inorgânicos (Foster, 1999; Merrell e Camilli, 2005).

O pH nos segmentos intestinais das aves não é constante, variando de 6,4 no duodeno, a 6,6 no jejuno e 7,2 no íleo (Sturkie, 1986). Dessa forma, ácidos orgânicos com mais de um  $pK_a$ , ou a utilização de misturas de ácidos orgânicos com vários  $pK_a$ , ao apresentarem ampla capacidade de dissociação em diferentes pH, podem manter a atuação em maior extensão intestinal, potencializando o seu uso.

Em suínos, o uso de acidificantes é prática comum nas dietas de pré e pós-desmame, como auxiliar da digestão protéica e controle da proliferação de microorganismos intestinais (Cole et al., 1968; Edmonds et al., 1985; Burnel et al., 1988, Risley et al., 1991; Aumaitre et al., 1995; Cranwell, 1995; Gabert et al., 1999). Em aves, o uso de acidificantes tem como principal objetivo a ação antimicrobiana, pois, à eclosão essas apresentam menos limitações na capacidade de digestão protéica do que os suínos, em idade fisiológica semelhante (Noy e Sklan, 1995). Os ácidos orgânicos também apresentam valor energético, característica que também favorece seu uso na nutrição animal.

No entanto, a suplementação de ácidos orgânicos nas dietas tem apresentado resultados conflitantes na literatura, possivelmente decorrentes de diferenças no seu modo de ação, da condição ambiental, da dose utilizada e das respostas avaliadas. A suplementação de ácido cítrico demonstrou melhora no ganho de peso e conversão alimentar e na utilização de fósforo da dieta (Snow *et al.*, 2004; Rafacz-Livingston et al., 2005a; Rafacz-Livingston et al., 2005b). O ácido fumárico também apresentou benefícios no desempenho animal (Patten e Waldroup, 1988). O mesmo ocorreu com misturas de ácidos orgânicos (Maiorka *et al.*, 2002). Entretanto, em outros trabalhos não

houve efeito positivo ou mesmo é citado prejuízo no desempenho animal como o caso do ácido fórmico (Patten e Waldroup, 1988; Izat *et al.*, 1990a; Henrique *et al.*, 1998)).

A adição de diferentes ácidos orgânicos nas dietas de frangos de corte tem apresentado efeitos sobre a colonização microbiana intestinal. Os ácidos propiônico e butírico reduziram enquanto os ácidos fórmico ou acético ou aumentaram a colonização por *Salmonella enteritidis* (Van Immerseel *et al.*, 2004) ou não tiveram efeito para número de colônias (Izat *et al.*, 1990b). A adição de níveis crescentes de ácido propiônico resultou na redução da colonização de *Escherichia coli* no intestino delgado (Izat *et al.*, 1990b).

A massa do jejuno aumenta mais rapidamente do que a do duodeno e do íleo e ocorre pequeno aumento no comprimento do duodeno enquanto o jejuno e íleo dobram de tamanho nos primeiros 12 dias de idade. Inicialmente a massa do intestino delgado aumenta mais rapidamente em relação ao peso corporal. A máxima relação da massa das secções do intestino em relação ao peso corporal ocorre aos 7 dias de idade dos frangos de corte e reduz a partir dessa idade. O aumento de massa das diferentes secções do intestino é decorrente da deposição de músculos e desenvolvimento da mucosa. A área dos vilus está relacionada linearmente com o peso em todos os segmentos intestinais (Uni *et al.*, 1999).

O objetivo deste trabalho foi testar o efeito da inclusão e das doses de diferentes misturas de ácidos orgânicos nas dietas sobre o desempenho e características morfológicas do trato digestivo de frangos de corte.

## Material e Métodos

### Dietas e desempenho dos frangos

O experimento foi conduzido nas instalações do Aviário Experimental da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), BR 290, km 147, Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul.

Foram alojados 2.112 frangos de corte machos de um dia de idade do cruzamento Cobb X Cobb 500, oriundos de matrizes de 36 semanas, com peso inicial médio de 44 g ( $\pm 0,20$ ). As aves foram dispostas em aviário experimental com 48 boxes com dimensões de 175 x 150 cm, sendo 44 aves por box. Estas foram vacinadas para doença de Marek e Gumboro no incubatório. Aos 21 dias de idade foi realizada a remoção das aves com problemas de aprumos, das fêmeas e dos refugos de todos os boxes. O lote foi conduzido com práticas de manejo usuais na produção comercial.

Foi utilizada cama de casca de arroz após a criação de dois lotes de frangos de corte consecutivos. O aquecimento foi realizado com campânulas a gás, de forma a manter a temperatura ambiente em 32°C nos primeiros 2 dias. Nos dias seguintes a temperatura foi reduzida em 1°C a cada 2 dias até atingir a temperatura de conforto das aves nos limites das condições de ambiente natural da época. Água e alimento foram fornecidos *ad libitum* durante todo o período experimental. Foi utilizado programa de luz que forneceu 24 horas de luz nos primeiros 14 dias e 18 horas de luz e 6 horas de escuro até o final do período experimental. As temperaturas máxima e mínima diárias foram coletadas com termômetro de máxima e mínima, diariamente às 09h00min, instalado no centro do aviário, na altura da cabeça das aves.

Foram utilizadas dietas experimentais exclusivamente vegetais, baseadas em milho e farelo de soja e suplementadas com aminoácidos sintéticos, minerais e



vitaminas. Nenhum tratamento recebeu anticoccidiano nem a adição de antibióticos promotores de crescimento. Todas as dietas foram formuladas de forma que os nutrientes e a energia fossem iguais ou superiores ao recomendado por Rostagno (2000). Foi utilizado programa alimentar com três fases: Pré-inicial de 1 a 7 dias de idade, Inicial de 7 a 21 dias de idade e Crescimento de 21 a 35 dias de idade.

Foram constituídos 6 tratamentos assim organizados, sendo entre parêntesis apresentada a dose suplementada em kg/ton nas fases pré-inicial, inicial e crescimento, respectivamente: Tratamento 1: Controle (sem antibióticos e sem acidificantes); Tratamento 2: dieta experimental com a adição da Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5); Tratamento 3: dieta experimental com adição da Mistura de Acidificantes B(8/4,5/2,5); Tratamento 4: dieta experimental com a adição da Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5); Tratamento 5: dieta experimental com a adição da Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) e Tratamento 6: a mesma dieta do Tratamento 1 com a adição da Mistura de Acidificantes E(3/2/1) na água (Tabela 1).

A composição das misturas de acidificantes, seu valor energético e a sua composição nutricional é apresentada na (Tabela 2). Energia e nutrientes das misturas de acidificantes foram utilizadas para a formulação das diferentes dietas experimentais. As misturas de acidificantes foram desenvolvidas e as doses utilizadas foram propostas por uma empresa comercial de acidificantes (Verdugt, Holanda).

As aves foram pesadas em grupos por box aos 1, 7, 21 e 35 dias de idade. As dietas experimentais foram pesadas e fornecidas no início de cada uma das fases, sendo as sobras de cada fase coletadas ao final da fase pré-inicial, inicial e crescimento. O peso das aves mortas foi registrado diariamente, sendo posteriormente utilizado para a correção do cálculo da conversão alimentar.

O consumo aparente de água foi estimado para cada fase do período experimental utilizando um reservatório plástico com capacidade de 20 Litros, graduado em mL, colocado na saída do cano de distribuição de água e acoplado na entrada de cada bebedouro. Tanto a entrada do sistema como a sua respectiva saída podem ser abertas ou fechadas por meio de torneiras colocadas nos respectivos locais, permitindo o controle da entrada e saída de água.

Os bebedouros foram limpos diariamente mediante a retirada de resíduos de cama e de outras sujidades. Antes de descartada, a água presente no bebedouro no momento da coleta foi recolhida, sendo os resíduos de cama e ração separados mediante o uso de peneira (0,05 Mesh). Na seqüência o volume de água foi medido em proveta com capacidade para 1 Litro e graduação de 10 mL. Essa medida foi considerada como perda de água diária. Ao final de cada fase o consumo de água foi estimado pela soma dos volumes fornecidos subtraídos os volumes perdidos e o restante no reservatório de água. O consumo médio diário foi estimado pela divisão deste total pelo número médio ponderado de aves vivas em cada fase.

### **Coleta de intestinos**

Nos dias 7 e 21 de idade das aves, uma ave com peso representativo de cada boxe (média  $\pm 1/2$  desvio padrão) foi sacrificada por deslocamento cervical e pesada. Foi então removido o intestino delgado e imediatamente isolados o duodeno, o jejuno e o íleo com uso de fio cirúrgico. As secções assim separadas foram, então, imediatamente seccionadas, sendo o conteúdo de cada secção retirado através de cuidadosa pressão com os dedos polegar e indicador. As secções foram então secas com papel absorvente e tiveram seu comprimento medido com régua sendo pesadas em seguida.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com seis tratamentos e oito repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o módulo General Linear Models (GLM) do programa estatístico SAS (SAS, 2001). As variáveis que apresentaram diferença estatística foram submetidas ao teste de médias de Tukey.

As respostas medidas foram as seguintes: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar corrigida pela mortalidade, consumo de água, comprimento peso e peso relativo do intestino, Estas foram analisadas utilizando o seguinte modelo:  $Y_{ij} = \mu + a_i + \varepsilon_j$ ; onde,  $Y_i$  representa a resposta observada;  $\mu$  representa a média geral;  $a$  representa a mistura de ácidos (i) e  $\varepsilon$  representa o erro experimental aleatório (j)

### Resultados e discussão

Houve um benefício geral do uso das misturas de acidificantes na dieta sobre o ganho de peso das aves. A suplementação de acidificantes nas dietas apresentou melhor ganho de peso, embora tenha ocorrido uma compensação de ganho dos animais do tratamento Controle no período de 21 a 35 dias. As aves recebendo as dietas com misturas de acidificantes apresentaram maior ganho de peso do que os animais do Controle em todas as fases, com exceção das aves recebendo a Mistura C(8/4,5/2,5) de 1 a 7 dias de idade. Os frangos de corte das Misturas de Acidificantes A(8/4,5/2,5), B(8/4,5/2,5), D(2,5/2,5/2) e E(3/2/1) na água apresentaram ganho de peso superior à Mistura de Acidificante C(8/4,5/2,5) no período de 1 a 7 dias. No período de 21 a 35 dias a Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) apresentou ganhos superiores ao da Mistura A(8/4,5/2,5) e E(3/2/1) mas foi inferior nos períodos subsequentes. Em todos os períodos o Controle apresentou o pior desempenho (Tabela 6).

As dietas contendo misturas de acidificantes tiveram consumo superior do que a dieta Controle, nos períodos de 1 a 7 e 7 a 21 dias. No período de 21 a 35 dias, as aves da Mistura de Acidificantes B(8/4/2,5) apresentaram consumo inferior às dos demais tratamentos e ocorreu um maior consumo dos frangos do tratamento Controle, o que refletiu na resposta de consumo para o período de 1 a 35 dias (Tabela 7).

Foi observado efeito da suplementação das misturas de acidificantes para a conversão alimentar no período de 7 a 21 dias. Com exceção da Mistura de Acidificantes E (3/2/1) as demais misturas de acidificantes tiveram melhor conversão alimentar do que o Controle. Nos demais períodos estudados não houve efeito da adição de misturas de acidificantes na conversão alimentar (Tabela 8).

A Mistura de Acidificantes E(3/2/1) no período de 7 a 21 apresentou menor consumo de água e esse se refletiu no período de 1 a 35 dias. A relação consumo de

água: consumo de alimento foi menor para a Mistura de Acidificantes E(3/2/1) nos períodos de 1 a 7, 7 a 21 e 1 a 35 dias de idade. Essa não diferiu do Controle no período de 1 a 7 dias e da Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) no período de 7 a 21 dias. No geral, a dieta Controle e a Mistura de Acidifantes B(8/4,5/2,5) apresentaram maior relação consumo água: consumo alimento que as demais misturas de acidificantes (Tabelas 9 e 10).

O peso relativo do intestino delgado, do duodeno, do jejuno e do íleo aos 7 dias de idade foi inferior para as aves do grupo Controle em relação às misturas de acidificantes. Aos 21 dias, o peso relativo do intestino delgado da Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5) e da Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) foram similares ao Controle, e superiores às demais misturas, enquanto o peso relativo do duodeno das aves do Controle foi similar a misturas de acidificantes, com exceção da Mistura de Acidificantes E(3/2/1) (Tabela 11). O jejuno das aves alimentadas com a Mistura de Acidificantes E(3/2/1) apresentou o menor comprimento, sendo que as demais misturas de acidificantes foram superiores ao Controle aos 7 dias de idade. Aos 21 dias de idade, o comprimento do intestino delgado, do jejuno e do íleo das misturas de acidificantes foi inferior ao das aves do Controle, com exceção da Mistura de Acidificantes E(3/2/1) que foi inferior para o íleo, similar para o intestino delgado e jejuno (Tabela 12).

O Controle apresentou menor relação peso:comprimento das secções do intestino delgado comparado às misturas de acidificantes aos 7 dias de idade. Não foi observado efeito da inclusão das misturas de acidificantes sobre a relação peso: comprimento das secções do intestino delgado aos 21 dias (Tabela 13).

Os ácidos orgânicos e inorgânicos são utilizados nas dietas com o objetivo de obter benefícios similares aos antibióticos como promotores de crescimento. O uso de antibióticos promotores de crescimento está associado à redução da carga de

microorganismos e melhoria da morfologia intestinal. Portanto, são esperados efeitos na prevenção de alterações digestivas, melhora na conversão alimentar e no ganho de peso, mas também melhora na digestibilidade e conseqüentemente aumento de eficiência e redução no custo de produção. (Visek, 1978; Anderson *et al.*, 1999). Neste trabalho experimental, foi observada uma melhora do ganho de peso e no consumo de alimento. Não ocorreu melhora geral na conversão alimentar resultante da suplementação das misturas de acidificantes, com exceção do período de 7 a 21 dias de idade.

Os ácidos orgânicos têm funções e respostas distintas no desempenho animal e no controle de infecções bacterianas. O ácido fórmico é importante na transferência de unidades de um carbono no metabolismo de aminoácidos (Lehninger *et al.*, 1993). O seu acúmulo no organismo pode ter efeito tóxico levando a um quadro de acidose metabólica, mas é um forte acidulante e antimicrobiano (Partanen e Mroz, 1999). O ácido láctico tem ação bactericida, servindo também de fonte de energia para as células. O ácido acético inibe o crescimento de bactérias, além de ser fonte de energia celular (Partanen e Mroz, 1999). O ácido benzóico reduz bactérias lácticas, *Lactobacillus* e fungos no trato digestivo de suínos (Maribo, 2000). Patten e Waldroup (1988a) observaram redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas com ácido fórmico. Denli *et al.*, (2003) verificaram melhora no desempenho de frangos de corte utilizando misturas de ácidos contendo ácido fórmico em relação às dietas sem antibióticos promotores. Zobac *et al.* (2004) não verificaram efeito da adição de ácido láctico no desempenho de frangos de corte. Pinchasov e Elmaliah (1994) observaram redução no ganho de peso e no consumo alimentar de frangos alimentados com dietas contendo suplementação de ácido acético, e concluem que este tem um efeito anoréxico em frangos de corte. Possivelmente, em decorrência deste, tenha ocorrido redução de consumo na dieta suplementada com a

Mistura A(8/4,5/2,5), a qual apresenta maior inclusão de ácido acético. O mesmo efeito pode ser observado na Mistura E(3/2/1), especialmente nos períodos de 21 a 35 dias, o qual corresponde ao maior consumo de água e alimentos.

Os frangos de corte das Misturas C(8/4,5/2,5) e D(2,5/2,5/2) apresentaram os maiores consumos de água e alimento, sugerindo um efeito do consumo e da mistura de acidificantes da dieta sobre o consumo de água sobre. Os efeitos no consumo de água não foram evidentes no período de 21 a 35 dias. O efeito do uso das misturas de acidificantes na água foi mais forte como inibidor de consumo do que quando a suplementação das misturas de acidificantes foi realizada na dieta. Esse efeito se verifica melhor na redução da relação consumo água: consumo de alimento nos períodos de 7 a 21 dias e no período total. No período de 1 a 7 dias, o efeito é inverso, possivelmente decorrente do menor consumo diário de alimentos, e conseqüentemente dos acidificantes.

A presença de ácidos graxos de cadeia curta no intestino estimula a secreção de muco alcalino, ou pelo estímulo dos receptores químicos conectados aos nervos colinérgicos, ou por efeito direto nas células secretoras (Vatta *et al.*, 1988; Shimotoyodome *et al.*, 2000) e provoca danos à parede intestinal, com a redução do tamanho de vilosidades (Vatta *et al.*, 1988). No entanto, a maior secreção de muco também provoca um efeito de proteção das paredes intestinais contra a abrasão provocada pelo fluxo da digesta, e dificulta a colonização das paredes pelas bactérias, reduzindo a presença dessas no meio. Alguns ácidos também apresentam um efeito estimulador na proliferação de enterócitos, efeito trófico, resultando em aumento da massa intestinal, e decorrente melhora da capacidade de absorção dos nutrientes (Sakata, 1987). O aumento da massa do intestino delgado em resposta aos ácidos orgânicos, especialmente do duodeno e do jejuno aos 7 dias e no duodeno aos 21 dias de

idade, pode ser observado neste trabalho experimental. Foi observado também que o comprimento do intestino delgado e do duodeno e íleo aos 21 dias foram superiores para a dieta controle. Dessa forma, fica demonstrado pela maior relação peso: comprimento das secções do intestino delgado um aumento da massa da mucosa intestinal, possivelmente decorrente do aumento do tamanho das vilosidades e da profundidade das criptas, reflexo do aumento da proliferação celular estimulado pela presença dos ácidos orgânicos no lúmen intestinal das aves consumindo as dietas contendo as misturas de acidificantes levando ao aumento da capacidade de absorção de nutrientes.

### **Conclusões**

Os resultados desse estudo indicam que a suplementação de misturas de acidificantes nas dietas de frangos de corte foi superior quando comparados com dietas na ausência destes. As misturas de acidificantes demonstraram efeito benéfico na morfologia intestinal e alteram os padrões de ácidos orgânicos na digesta intestinal o que justifica os benefícios obtidos na conversão alimentar de frangos de corte. A dose das misturas de acidificantes nos períodos de 1 a 7 e 7 a 21 dias influenciam o desempenho na fase de crescimento.



**Tabela 1.** Quantidades de misturas de acidificantes utilizados na composição dos tratamentos, kg/ton (A, B, C, D) ou L/1.000 L de água(E).

*Table 1.* Amounts of supplemented acidifiers in each treatment, kg/ton (A, B, C, D) or L/1,000L of water (E).

Diets Diets	Controle Control	Mistura/ Blend				
		A	B	C	D	E
Pré-inicial (1 a 7 dias) <i>Pré-starter (1-7 days)</i>	-	8,0	8,0	8,0	2,5	3,0
Inicial (7 a 21 dias) <i>Starter (7 to 21 days)</i>	-	4,5	4,5	4,5	2,5	2,0
Crescimento (21 a 35 dias) <i>Growth (21 to 35 days)</i>	-	2,5	2,5	2,5	2,0	1,0

**Tabela 2.** Proporção de acidificantes nas misturas utilizadas e seus valores de Energia Metabolizável (kcal/ kg) e nutrientes, % ou conforme indicado.

*Table 2.* Proportion of organic and inorganic acids in blends used, Metabolizable Energy value (kcal/kg) and nutrients, % .

	Mistura A <i>Blend A</i>	Mistura B <i>Blend B</i>	Mistura C <i>Blend C</i>	Mistura D <i>Blend D</i>	Mistura E <i>Blend E</i>
Ácido Láctico <i>Lactic Acid</i>	70,00	76,00	50,00	-	40,00
Ácido Fórmico <i>Formic Acid</i>	2,00	2,00	8,00	85,00	-
Ácido Acético <i>Acetic Acid</i>	6,00	4,00	-	-	5,00
Ácido Benzoico <i>Benzoic Acid</i>	7,00	-	7,00	-	5,00
Veículo Inert	15,00	18,00	35,00	15,00	50,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Fósforo Disponível <i>Available Phosphorus</i>	2,30%	-	2,00%	-	1,60%
EM (kca/kg) <sup>1</sup> <i>ME (kcal/kg)</i>	3.030,00	2.900,00	2.120,00	1.180,00	1.770,00

1.Eidelsburger, 2001.



**Continuação... Tabela 03.** Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais Pré-iniciais (1 a 7 dias de idade).

**Table 03.** Ingredient and nutritional composition of experimental pré-starter diets (1 to 7 days).

<b>Energia e Nutrientes (% ou conforme anotação ao lado)</b>						
<i>Energy and nutrients (% or as noted)</i>						
Energia Metabolizável, kcal/kg <i>Metabolizable Energy, kcal/kg</i>	2990,0	2990,0	2990,0	2990,0	2990,0	2990,0
Proteína Bruta <i>Crude Protein</i>	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Cálcio <i>Calcium</i>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Fósforo Disponível <i>Available Phosphorus</i>	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Potássio <i>Potassium</i>	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Sódio <i>Sodium</i>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro <i>Chloride</i>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lisina Digestível <i>Digestible Lysine</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Metionina+Cisteína Digestível <i>Digestible Methionine+Cystein</i>	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Treonina Digestível <i>Digestible Threonine</i>	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Triptofano Digestível <i>Digestible Tryptophan</i>	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Arginina Digestível <i>Digestible Arginine</i>	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
Valina Digestível <i>Digestible Valine</i>	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

\*Composição por Kg de dieta: vitamina A 8.000 UI, vitamina D3 2.000 UI, Vitamina E 30 mg, vitamina K3 2,0 mg, vitamina B1 2,0 mg, vitamina B2 6,0 mg, vitamina B6 2,5 mg, vitamina B12 0,012 mg, ácido pantotênico 15 mg, niacina 35 mg, ácido fólico 1,0 mg, biotina 0,08 mg, colina 1.600 mg.

\*\* Composição por kg de dieta: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg.

\*Composition per Kg of diet: vitamin A 8.000 UI, vitamin D3 2.000 UI, Vitamin E 30 mg, vitamin K3 2,0 mg, vitamin B1 2,0 mg, vitamin B2 6,0 mg, vitamin B6 2,5 mg, vitamin B12 0,012 mg, pantothenic acid 15 mg, niacin 35 mg, folic acid 1,0 mg, biotin 0,08 mg, choline 1.600 mg.

\*\* Composition per kg of diet: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg.



**Tabela 04.** Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais iniciais (7 a 21 dias idade).**Table 04.** Ingredient, nutrient and energy composition of experimental starter diets (7 to 21 days)

<b>Energia e Nutrientes (% ou conforme anotação ao lado)</b>						
<i>Energy and nutrients (% or as noted)</i>						
Energia Metabolizável, kcal/kg <i>Metabolizable Energy, kcal/kg</i>	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080
Proteína Bruta <i>Crude Protein</i>	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
Cálcio <i>Calcium</i>	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo Disponível <i>Available Phosphorus</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Potássio <i>Potassium</i>	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Sódio <i>Sodium</i>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro <i>Chloride</i>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina Digestível <i>Digestible Lysine</i>	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Metionina+Cisteína Digestível <i>Digestible Methionine+Cystein</i>	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Treonina Digestível <i>Digestible Threonine</i>	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Triptofano Digestível <i>Digestible Tryptophan</i>	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Arginina Digestível <i>Digestible Arginine</i>	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
Valina Digestível <i>Digestible Valine</i>	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

\*Composição por kg de dieta: vitamina A 8.000 UI, vitamina D3 2.000 UI, Vitamina E 30 mg, vitamina K3 2,0 mg, vitamina B1 2,0 mg, vitamina B2 6,0 mg, colina 1.500 mg, vitamina B6 2,5 mg, vitamina B12 0,012 mg, ácido pantotênico 15 mg, niacina 35 mg, ácido fólico 1,0 mg, biotina 0,08 mg.

\*\* Composição por kg de dieta: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg

\*Composition per kg of diet: vitamin A 8.000 UI, vitamin D3 2.000 UI, Vitamin E 30 mg, vitamin K3 2,0 mg, vitamin B1 2,0 mg, vitamin B2 6,0 mg, choline 1.500 mg, vitamin B6 2,5 mg, vitamin B12 0,012 mg, pantothenic acid 15 mg, niacin 35 mg, folic acid 1,0 mg, biotin 0,08 mg.

\*\* Composition per kg of diet: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg



**Tabela 05.** Composição de ingredientes, nutrientes e energia das dietas experimentais crescimento (21 a 35 dias idade).

**Table 05.** Ingredient, nutrient and energy composition of experimental grower diets (21 a 35 days)

<b>Energia e Nutrientes (% ou conforme anotação ao lado)</b>						
<i>Energy and nutrients (% or as noted)</i>						
Energia Metabolizável, kcal/kg <i>Metabolizable Energy, kcal/kg</i>	3180	3180	3180	3180	3180	3180
Proteína Bruta <i>Crude Protein</i>	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
Cálcio <i>Calcium</i>	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Fósforo Disponível <i>Available Phosphorus</i>	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Potássio <i>Potassium</i>	0,7421	0,7422	0,7422	0,7422	0,7422	0,7421
Sódio <i>Sodium</i>	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloro <i>Chloride</i>	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243
Lisina Digestível <i>Digestible Lysine</i>	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Metionina+Cisteína Digestível <i>Digestible Methionine+Cystein</i>	0,6887	0,6887	0,6887	0,6887	0,6887	0,6887
Treonina Digestível <i>Digestible Threonine</i>	0,613	0,6131	0,6131	0,6131	0,6131	0,613
Triptofano Digestível <i>Digestible Tryptophan</i>	0,1899	0,19	0,19	0,19	0,1901	0,1899
Arginina Digestível <i>Digestible Arginine</i>	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
Valina Digestível <i>Digestible Valine</i>	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

\*Composição por Kg de dieta: vitamina A 8.000 UI, vitamina D3 2.000 UI, Vitamina E 30 mg, vitamina K3 2,0 mg, vitamina B1 2,0 mg, vitamina B2 6,0 mg, vitamina B6 2,5 mg, vitamina B12 0,012 mg, ácido pantotênico 15 mg, niacina 35 mg, ácido fólico 1,0 mg, biotina 0,08 mg, Colina 1.500 mg.

\*\* Composição Kg de dieta: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg

\*Composition per Kg of diet: vitamin A 8.000 UI, vitamin D3 2.000 UI, Vitamin E 30 mg, vitamin K3 2,0 mg, vitamin B1 2,0 mg, vitamin B2 6,0 mg, vitamin B6 2,5 mg, vitamin B12 0,012 mg, pantothenic acid 15 mg, niacin 35 mg, folic acid 1,0 mg, biotin 0,08 mg, choline 1.500 mg.

\*\* Composition per Kg of diet: Fe 40 mg, Zn 80 mg, Mn 80 mg, Cu 10 mg, I 0,7 mg, Se 0,3 mg

**Tabela 6.** Ganho de peso corporal de frangos de corte consumindo dietas contendo misturas de acidificantes, g/ave.

**Table 6.** Body weight gain of broilers fed diets with acidifier blends, g/bird.

	1 a 7 <i>1 to 7</i>	7 a 21 <i>7 to 21</i>	21 a 35 <i>21 to 35</i>	1 a 35 <i>1 to 35</i>
T1: Controle <i>Control</i>	138 <sup>b</sup>	582 <sup>b</sup>	1.362 <sup>ab</sup>	2.082 <sup>b</sup>
T2: Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend A</i>	144 <sup>ab</sup>	704 <sup>a</sup>	1.300 <sup>b</sup>	2.148 <sup>ab</sup>
T3: Mistura de Acidificantes B(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend B</i>	145 <sup>ab</sup>	689 <sup>a</sup>	1.340 <sup>ab</sup>	2.174 <sup>ab</sup>
T4: Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend C</i>	140 <sup>b</sup>	707 <sup>a</sup>	1.345 <sup>ab</sup>	2.192 <sup>a</sup>
T5: Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) <i>Acidifier Blend D</i>	146 <sup>a</sup>	693 <sup>a</sup>	1.369 <sup>a</sup>	2.197 <sup>a</sup>
T6: Mistura de Acidificantes E(3/2/1) <i>Acidifier Blend E</i>	148 <sup>a</sup>	679 <sup>a</sup>	1.290 <sup>b</sup>	2.106 <sup>ab</sup>
Média <i>Mean</i>	144	679	1.326	2.158
Coefficiente Variação, % <i>Coefficient of Variation</i>	2,70	5,50	4,14	2,48
Probabilidade <i>Probability</i>	0,0003	<0,0001	0,0035	0,0233

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

Mean without a common superscript are different (Tukey).

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

\* Values within parenthesis represent doses of acidifiers blends in pre-starter/starter/grower diets, kg/ton.



**Tabela 7.** Consumo de alimento de frangos de corte consumindo dietas contendo misturas de acidificantes.**Table 7.** Feed consumption of broilers fed diets with acidifiers blends.

	1 a 7 <i>1 to 7</i>	7 a 21 <i>7 to 21</i>	21 a 35 <i>21 to 35</i>	1 a 35 <i>1 to 35</i>
T1: Controle <i>Control</i>	156 <sup>b</sup>	725 <sup>b</sup>	2.988 <sup>ab</sup>	3.575 <sup>ab</sup>
T2: Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend A</i>	163 <sup>ab</sup>	836 <sup>a</sup>	2.873 <sup>bc</sup>	3.599 <sup>ab</sup>
T3: Mistura de Acidificantes B(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend B</i>	164 <sup>ab</sup>	801 <sup>a</sup>	2.814 <sup>c</sup>	3.527 <sup>b</sup>
T4: Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend C</i>	156 <sup>b</sup>	838 <sup>a</sup>	2.953 <sup>bc</sup>	3.668 <sup>a</sup>
T5: Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) <i>Acidifier Blend D</i>	167 <sup>a</sup>	794 <sup>ab</sup>	3.026 <sup>a</sup>	3.663 <sup>a</sup>
T6: Mistura de Acidificantes E(3/2/1) <i>Acidifier Blend E</i>	159 <sup>ab</sup>	809 <sup>a</sup>	2.850 <sup>bc</sup>	3.542 <sup>ab</sup>
Média <i>Mean</i>	161	800	2.918	3.596
Coefficiente Variação, % <i>Coefficient of Variation</i>	3,78	5,95	4.98	2.98
Probabilidade <i>Probability</i>	0,0071	0.0003	0,0347	0,0517

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

Mean without a common superscript are different (Tukey).

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

\* Values within parenthesis represent doses of acidifiers blends in pre-starter/starter/grower diets, kg/ton.

**Tabela 8.** Conversão alimentar de frangos de corte consumindo dietas contendo misturas de acidificantes.

**Table 8.** Feed conversion of broilers fed diets with acidifiers blends.

	1 a 7 <i>1 to 7</i>	7 a 21 <i>7 to 21</i>	21 a 35 <i>21 to 35</i>	1 a 35 <i>1 to 35</i>
T1: Controle <i>Control</i>	1,115	1,560 b	2,134	1,665
T2: Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend A</i>	1,133	1,368 a	2,210	1,667
T3: Mistura de Acidificantes B(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend B</i>	1,132	1,359 a	2,102	1,623
T4: Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend C</i>	1,117	1,464 ab	2,197	1,676
T5: Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) <i>Acidifier Blend D</i>	1,144	1,381 a	2,233	1,676
T6: Mistura de Acidificantes E(3/2/1) <i>Acidifier Blend E</i>	1,099	1,520 b	2,230	1,685
Média <i>Mean</i>	1,123	1,449	2,184	1,667
Coefficiente Variação, % <i>Coefficient of Variation</i>	3,59	4,93	4,90	3,05
Probabilidade <i>Probability</i>	0,2849	0,0006	0,0947	0,1903

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

Mean without a common superscript are different (Tukey).

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

\* Values within parenthesis represent doses of acidifiers blends in pre-starter/starter/grower diets, kg/ton.

**Tabela 9.** Consumo de água de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, mL/ave/dia.

**Table 9.** Water consumption of broilers fed diets with acidifiers blends, mL/bird/day.

	1 a 7 <i>1 to 7</i>	7 a 21 <i>7 to 21</i>	21 a 35 <i>21 to 35</i>	1 a 35 <i>1 to 35</i>
T1: Controle <i>Control</i>	50	104 <sup>ab</sup>	334	165 <sup>a</sup>
T2: Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend A</i>	50	103 <sup>ab</sup>	328	162 <sup>a</sup>
T3: Mistura de Acidificantes B(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend B</i>	52	107 <sup>a</sup>	326	163 <sup>a</sup>
T4: Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend C</i>	52	97 <sup>ab</sup>	324	157 <sup>ab</sup>
T5: Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) <i>Acidifier Blend D</i>	51	104 <sup>ab</sup>	330	155 <sup>ab</sup>
T6: Mistura de Acidificantes E(3/2/1) <i>Acidifier Blend E</i>	55	96 <sup>b</sup>	327	152 <sup>b</sup>
Média <i>Mean</i>	52	102	327	159
Coefficiente Variação, % <i>Coefficient of Variation</i>	7,76	6,64	3,23	4,07
Probabilidade <i>Probability</i>	0,0876	0,0111	0,5135	0,0015

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

Mean without a common superscript are different (Tukey).

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

\* Values within parenthesis represent doses of acidifiers blends in pre-starter/starter/grower diets, kg/ton.

**Tabela 10.** Relação consumo de água: consumo de alimento de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, mL/g

*Table 10. Ratio water consumption: feed intake of broilers fed diets with acidifiers blends, mL/g.*

	1 a 7 <i>1 to 7</i>	7 a 21 <i>7 to 21</i>	21 a 35 <i>21 to 35</i>	1 a 35 <i>1 to 35</i>
T1: Controle <i>Control</i>	2,24 <sup>ab</sup>	2,01 <sup>a</sup>	1,79	2,00 <sup>a</sup>
T2: Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend A</i>	2,14 <sup>b</sup>	1,73 <sup>bcd</sup>	1,83	1,96 <sup>ab</sup>
T3: Mistura de Acidificantes B(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend B</i>	2,22 <sup>ab</sup>	1,88 <sup>ab</sup>	1,86	2,00 <sup>a</sup>
T4: Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend C</i>	2,30 <sup>ab</sup>	1,62 <sup>d</sup>	1,76	1,88 <sup>bc</sup>
T5: Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) <i>Acidifier Blend D</i>	2,14 <sup>b</sup>	1,85 <sup>abc</sup>	1,75	1,84 <sup>c</sup>
T6: Mistura de Acidificantes E(3/2/1) <i>Acidifier Blend E</i>	2,44 <sup>a</sup>	1,66 <sup>d</sup>	1,84	1,86 <sup>bc</sup>
Média <i>Mean</i>	2,25	1,79	1,80	1,92
Coefficiente Variação, % <i>Coefficient of Variation</i>	7,12	7,86	5,36	4,07
Probabilidade <i>Probability</i>	0,0048	<0,0001	0,1461	<0,0001

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

Mean without a common superscript are different (Tukey).

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

\* Values within parenthesis represent doses of acidifiers blends in pre-starter/starter/grower diets, kg/ton.

**Tabela 11.** Peso relativo das secções do Intestino Delgado aos 7 e 21 dias de idade de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, % peso corporal.

**Table 11.** Relative weight of different small intestine parts, at 7 and 21 days old broilers fed diets with acidifiers blends, % body weight.

	7 dias 7 days				21 dias 21 days			
	Intestino Delgado Small Intestine	Duodeno Duodenum	Jejuno Jejunum	Íleo Ileum	Intestino Delgado Small Intestine	Duodeno Duodenum	Jejuno Jejunum	Íleo Ileum
T1: Controle Control	7,29 <sup>b</sup>	2,27 <sup>b</sup>	2,59 <sup>b</sup>	2,43	4,81 <sup>ab</sup>	1,60 <sup>b</sup>	1,90	1,35
T2: Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5) Acidifier Blend A	8,11 <sup>a</sup>	2,60 <sup>a</sup>	3,22 <sup>a</sup>	2,30	5,26 <sup>b</sup>	1,56 <sup>b</sup>	1,96	1,52
T3: Mistura de Acidificantes B(8/4,5/2,5) Acidifier Blend B	7,90 <sup>ab</sup>	2,37 <sup>ab</sup>	3,32 <sup>a</sup>	2,20	4,47 <sup>a</sup>	1,56 <sup>b</sup>	1,83	1,36
T4: Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) Acidifier Blend C	8,11 <sup>a</sup>	2,51 <sup>ab</sup>	3,27 <sup>a</sup>	2,32	5,17 <sup>b</sup>	1,61 <sup>ab</sup>	2,04	1,29
T5: Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) Acidifier Blend D	7,84 <sup>ab</sup>	2,43 <sup>ab</sup>	3,17 <sup>a</sup>	2,25	4,93 <sup>ab</sup>	1,54 <sup>b</sup>	2,06	1,37
T6: Mistura de Acidificantes E(3/2/1) Acidifier Blend E	8,03 <sup>ab</sup>	2,54 <sup>ab</sup>	3,09 <sup>ab</sup>	2,40	5,01 <sup>ab</sup>	1,81 <sup>a</sup>	2,19	1,28
Média Mean	7,88	2,46	3,11	2,32	4,99	1,61	2,01	1,36
Coeficiente Variação, % Coefficient of Variation	7,04	8,69	8,96	7,25	8,01	6,78	10,13	14,85
Probabilidade Probability	0,0471	0,0503	0,0041	0,8619	0,0249	0,0066	0,0839	0,3496

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

Mean without a common superscript are different (Tukey).

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blends in pre-starter/starter/grower diets, kg/ton.

**Tabela 12.** Comprimento das secções do intestino delgado aos 7 e 21 dias de idade de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, cm.

**Table 12.** Length of different small intestine sections parts, at 7 and 21 days old broilers fed diets with acidifiers blends, cm

	7 dias 7 days				21 dias 21 days			
	Intestino Delgado <i>Small Intestine</i>	Duodeno <i>Duodenun</i>	Jejuno <i>Jejunum</i>	Íleo <i>Ileum</i>	Intestino Delgado <i>Small Intestine</i>	Duodeno <i>Duodenun</i>	Jejuno <i>Jejunum</i>	Íleo <i>Ileum</i>
T1: Controle <i>Control</i>	90,0	15,6	38,9 <sup>b</sup>	36,5	148,6 <sup>b</sup>	26,6	64,7 <sup>b</sup>	58,4 <sup>b</sup>
T2: Mistura A(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend A</i>	96,3	18,0	42,1 <sup>a</sup>	36,1	143,4 <sup>ab</sup>	23,7	61,9 <sup>ab</sup>	57,9 <sup>ab</sup>
T3: Mistura B(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend B</i>	91,0	17,7	38,5 <sup>b</sup>	34,7	140,4 <sup>a</sup>	23,4	60,9 <sup>ab</sup>	56,1 <sup>a</sup>
T4: Mistura C(8/4,5/2,5) <i>Acidifier Blend C</i>	94,3	17,6	41,0 <sup>ab</sup>	35,6	143,0 <sup>ab</sup>	23,8	57,7 <sup>a</sup>	61,5 <sup>bc</sup>
T5: Mistura D(2,5/2,5/2) <i>Acidifier Blend D</i>	89,0	16,9	39,0 <sup>ab</sup>	33,1	149,9 <sup>b</sup>	25,0	62,0 <sup>ab</sup>	62,9 <sup>c</sup>
T6: Mistura E(3/2/1) <i>Acidifier Blend E</i>	89,8	17,0	31,1 <sup>c</sup>	34,6	144,4 <sup>b</sup>	24,7	59,3 <sup>ab</sup>	60,4 <sup>bc</sup>
Média <i>Mean</i>	91,7	17,1	39,4	35,1	145,0	24,4	61,07	59,5
Coefficiente Variação, % <i>Coefficient of Variation</i>	6,43	9,61	7,45	14,75	10,64	8,86	13,12	14,13
Probabilidade <i>Probability</i>	0,1112	0,0725	0,0303	0,8115	0,0081	0,2936	0,0153	0,0035

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*Mean without a common superscript are different (Tukey).

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

\*Values within parenthesis represent doses of acidifiers blends in pre-starter/starter/grower diets, kg/ton.

**Tabela 13.** Relação peso: comprimento das secções do intestino delgado aos 7 e 21 dias de idade de frangos de corte consumindo dietas com misturas de acidificantes, g/cm

**Table 13.** Weight: length of different small intestine sections, at 7 and 21 days old broilers fed diets with acidifiers blends, ( g/cm\*100).

	7 dias 7 days				21 dias 21 days			
	Intestino Delgado <i>Small Intestine</i>	Duodeno <i>Duodenun</i>	Jejuno <i>Jejunum</i>	Íleo <i>Ileum</i>	Intestino Delgado <i>Small Intestine</i>	Duodeno <i>Duodenun</i>	Jejuno <i>Jejunum</i>	Íleo <i>Ileum</i>
T1: Controle <i>Control</i>	15,9	28,5	13,4 <sup>b</sup>	13,3	27,7	52,7	24,5	20,1
T2: Mistura de Acidificantes A(8/4,5/2,5) <i>Blende A</i>	17,4	30,2	15,8 <sup>ab</sup>	13,1	28,2	53,0	25,2	21,2
T3: Mistura de Acidificantes B(8/4,5/2,5) <i>Blend B</i>	17,8	27,4	17,7 <sup>a</sup>	13,1	27,6	50,5	26,4	19,4
T4: Mistura de Acidificantes C(8/4,5/2,5) <i>Blend C</i>	17,4	29,2	16,1 <sup>a</sup>	13,5	29,1	50,2	26,2	20,2
T5: Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5/2) <i>Blend D</i>	17,4	28,5	16,0 <sup>a</sup>	13,5	27,4	50,5	25,9	18,5
T6: Mistura de Acidificantes E(3/2/1) <i>Blend E</i>	18,0	30,0	16,2 <sup>a</sup>	14,1	28,3	54,3	29,5	16,6
Média <i>Mean</i>	17,3	28,9	15,9	13,4	28,0	51,9	27,4	19,3
Coeficiente Variação, % <i>Coefficient of Variation</i>	8,84	10,16	10,27	19,28	15,20	11,92	14,77	25,69
Probabilidade <i>Probability</i>	0,1386	0,4323	0,0005	0,9685	0,9746	0,6949	0,1887	0,3443

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

Mean without a common superscript are different (Tukey).

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

\* Values within parenthesis represent doses of acidifiers blends in pre-starter/starter/grower diets, kg/ton.

### Literatura citada

ANDERSON, D.B.; MCCRACKEN, V.J.; AMINOV, R.I.; SIMPSON, J.M.; MACKIE, R.I.; VESTEGEN, M.W.A.; GASKINS, H.R. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. **Pig News and Information**. V 20, p. 115N-122N. 1999.

AUMAITRE, A.; PEINIAU, J.; MADEC, F. Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. **Pig News and Information**. v. 16, p. 73N-79N. 1995.

BURNELL, T.W.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 1100-1108. 1988.

CHERRINGTON, C.A., HINTON, M.; CHOPRA, I. Organic Acids: Chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances Microbiological Physiology**. 32: 87-108. 1991.

COLE, D.J.A.; BEAL, R.M.; LUSCOMBE, N.D.A. The effect on performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pigs. **The Veterinary Record**, v. 83, p. 459-464. 1968.

CRANWELL, P.D. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: (MA Valey, Ed.) **The neonatal pig: development and survival**. CAB International. Wallingford. p. 99-154. 1995.

DENLI, M.; OKAN, F.; ÇELIK, K. Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. **Pakistan Journal of Nutrition**. v. 2, n. 2, p. 89-91. 2003.

DIBNER, J.J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**. v. 11, p. 453-463. 2002.

EDMONDS, M.S.; IZQUIERDO, O.A.; BAKER, D.H. Feed additive studies with newly weaned pigs: efficacy of supplemental copper, antibiotics and organic acids. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 462-469. 1985.

EIDELSBURGER, U. Feeding short-chain fatty acids to pigs. In: (PC Garnsworthy e J Wiseman Ed.) **Recent Developments in Pig Nutrition 3**. Nottingham University Press, 2001. p. 107-121.

FOSTER, J.W. When protons attack: microbial strategies of acid adaptation. **Current Opinion in Microbiology**. v. 2, p. 170-174. 1999.

GABERT, V.M.; SAUER, W.C.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F.; MOSENTHIN, R. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial metabolites in the small intestine of weaning pigs fed semipurified fish meal diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 75, p. 615-623. 1995.



HARADA, E.; KIRIYAMA, H.; KOBAYASHI, E.; TSUCHITA, H. Postnatal development of biliary and pancreatic exocrine secretion in piglets. **Comparative Biochemistry and Physiology**. V. 91A, p. 43-51. 1988.

HENRIQUE, A.P.F.; FARIA, D.E.; FRANZOLIN, R.; ITO, D.T. Efeito de ácido orgânico, probiótico e antibiótico sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. Botucatu/SP. **Anais da XXXV Reunião da SBZ** - 27 a 31 de Julho de 1998 - Botucatu/SP. CD room. 1998.

IZAT, A.L.; TIDWELL, N.M.; THOMAS, R.A.; REIBER, M.A.; THOMAS, M.H.; COLBERG, M.; WALDROUP, P.W. Effects of buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on microflora of the intestine and carcass. **Poultry Science**, v. 69, p. 818-826. 1990a.

IZAT, A.L.; ADAMS, M.H.; CABEL, M.C.; COLBERG, M.C.; REIBER, M.A.; SKINNER, J.T.; WALDROUP, P.W. Effects of formic acid or calcium formate in feed on performance and microbial characteristics of broilers. **Poultry Science**, v. 69, p. 1876-1882. 1990b.

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

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; LAURENTIZ, A.C.; ZANELLA, I. Efeito do nível de energia e ácidos orgânicos em dietas iniciais de frangos de corte. U.F.Pernambuco. **Anais da XXXIX Reunião da SBZ**. 29/7/02 – Recife/PE. CD room. 2002

MARIBO, H.; OLSEN, L.E.; JENSEN, B.B.; MIQUEL, N. Produkter til smågrise: kombinationen af mælkesyre og myresyre og benzoesyre. **Landsudvalget for Svin. Danske Slagterier, Meddelelse n 490**. p. 13. 2000.

MERREL, D.S.; CAMILLI, A. Acid tolerance of gastrointestinal pathogens. **Current Opinion in Microbiology**. v. 5, p. 51-55. 2002.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; PARTANEN, K.H.; VREMAN, K.; KEMME, P.A.; KOGUT, J. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on diet buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 2622-2632. 2000.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v. 74, p. 366-373. 1995.

PARTANEN, K. Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs. In: (A.Piva; K.E.B Knudsen; J.E. Lindberg, ed) **Gut Environment of Pigs**. p. 201-217.. 2001.

PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**. v.12, n1, p. 117-145. 1999.

PATTEN, J.D.; WALDROUP, P.W. Use of organic acids in broiler diets. **Poultry Science**, v. 67, p 1178-1182. 1988.

PINCHASOV, Y.; ELMALIAH, S. Broiler chick responses to anorectic agents: 1. dietary acetic and propionic acids and the digestive system. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**. v. 48, n 2, p 371-376. 1994.

RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; PARSONS, C.M.; JUNGKT, R.A. The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chicks. **Poultry Science**, v. 84, p. 1356-1362. 2005 a.

RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; MARTINEZ-AMEZCUA, C.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H.; SNOW, J. **Poultry Science**, v. 84, p. 1370-1375. 2005 b.

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

Regulation (EC) No 1831/2003 of the THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal**, L192, P. 0034 - 0034 ES DE . 29/05/2004

RISLEY, C.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D.; WEAKLAND, S.M. Effects of organic acids with and without a microbial culture on performance and gastrointestinal tract measurements of weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 35, p. 259-270. 1991.

RODRIGUEZ-PALENZUELA, P. Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos. In: In: **XVI Curso de Especialización FEDNA: Avances in Nutrición y Alimentación Animal**. P155-167. 2000.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2000.

ROTH, F.X. Ácidos orgánicos en nutrición porcina: eficacia y modo de acción. In: **XVI Curso de Especialización FEDNA: Avances in Nutrición y Alimentación Animal**. P169-181. 2000.

RUSSELL, J.B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 73, p. 363-370. 1992.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT User Guide: Statistics Release. SAS Institute Inc., NC. 2001.

SAKATA, T. Chemical and physical trophic effects of dietary fibre on the intestine of monogastric animals. In: (L. Buraczewska; S.Buraczewski; B. Pastuszewska; T. Zebrowska ed) **Digestive Physiology in the pig**. p. 128-135. Polish Academy of Sciences, Jablonna. 1988.

SAKATA, T. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fiber, gut

microbes and luminal trophic factors. **British Journal of Nutrition**, v. 58, n. 95, p. 95-103. 1987.

SHIMOTOYODOME, A.; MEGURO, S.; HASE, T.; TOKIMITSU, I.; SAKATA, T. Short chain fatty acids but not lactate or succinate stimulate mucus release in the rat colon. **Comparative Biochemistry and Physiology**. Part A, v. 125, p. 525-531. 2000.

SNOW, J.L.; BAKER, D.H.; PARSONS, C. Phytase, citric acid, and 1- $\alpha$ -hidroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v. 83, p. 1187-1192. 2004.

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

STURKIE, PD. **Avian Physiology**. 4ª. Edição. Springer-Verlag. New York. 1986. 516p.

SUN, X.; MCELROY, A.; WEBB JR., K.E.; SEFTON, A.E.; NOVAK, C. Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. **Poultry Science**, v. 84, p. 1294-1302. 2005.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**, v. 78, p. 215-22. 1999.

van IMMERSEEL, F.; FIEVES, V.; BUCK, J.; PASMANS, F.; MARTEL, A. HAESEBROUCK, F.; 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.

VATTAY, P.; FEIL, W.; KLIMESCH, S.; WENZL, E.; STARLINGER, M.; SCHIESSEL, R. Acid stimulated secretion in the rabbit duodenum is passive and correlates with mucosal damage. **Gut**, v. 29, p. 284-290. 1988.

WISEK, W.J. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal of Animal Science**, v. 46, p. 1447-1469. 1978.

ZOBAC, P.; KUMPRECHT, I.; SUCHY, P.; STRAKOVÁ, E.; BROZ, J.; HEGER, J. Influence of L-lactic acid on the efficacy of microbial phytase in broiler chickens. **Czech Journal of Animal Science**. v. 49, n. 10, p. 436-443. 2004.

## **CAPÍTULO 4<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo submetido a publicação na revista: British Poultry Science

## **Suplementação de acidificantes em dietas de frangos de corte: Análise de ácidos carboxílicos na digesta intestinal**

**Eduardo Spillari Viola , Sérgio Luiz Vieira, Maria do Carmo Ruaro Peralba<sup>1</sup>**

**Resumo:** Este estudo avaliou a presença de resíduos de ácidos orgânicos (lático, propiônico, butírico e acético) no conteúdo intestinal de frangos de corte após o consumo de dietas contendo misturas de acidificantes. Foram utilizados 2.112 frangos de corte que receberam 6 tratamentos correspondentes a diferentes misturas de acidificantes: Mistura A (70% lático, 2% fórmico, 6% acético, 7% benzóico); Mistura B (76% lático; 2% fórmico, 4% acético); Mistura C (50% lático, 8% fórmico, 7% benzóico); Mistura D (85% fórmico) e Mistura E (40% lático, 5% acético, 5% benzóico), conforme segue (dose em kg/ton nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, entre parênteses após o tratamento): T1: Controle (sem mistura de acidificantes e sem antibióticos); T2: (Mistura de acidificantes A(8/4,5/2,5)); T3: Mistura de acidificantes B(8/4,5/2,5); T4: Mistura de acidificantes C(8/4,5/2,5); T5: Mistura de acidificantes D(2,5/2,5/2); T6: Mistura de acidificantes E(3/2/1) na água. Foram utilizadas 8 repetições por tratamento, em delineamento completamente casualizado. Aos 7 e aos 21 dias de idade a suplementação das dietas com as misturas de acidificantes alterou o padrão de ácidos carboxílicos nas diferentes secções do intestino delgado. Os animais que receberam a dieta com a Mistura D(2,5/2,5/2) apresentaram maior concentração dos ácidos acético, propiônico, butírico no duodeno. Os animais recebendo dietas suplementadas com as Misturas B(8/4,5/2,5) e C(8/4,5/2,5) apresentaram maior concentração de ácido lático. No jejuno e no íleo os animais Controle apresentaram maior concentração de ácido propiônico, enquanto a suplementação com a Mistura D(2,5/2,5/2) resultou em maior concentração de ácido acético e butírico. A concentração de ácido lático foi superior nos animais recebendo as dietas com as misturas B(8/4,5/2,5) e C(8/4,5/2,5). A concentração do ácido lático na digesta reduziu à medida que a digesta passou do duodeno até o íleo.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – Departamento de Zootecnia  
Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, Rio Grande do Sul  
eviola@terra.com.br

**Palavras chave:** acidificantes, ácidos orgânicos, determinação ácidos carboxílicos, frangos de corte.

### Introdução

Os ácidos carboxílicos de cadeia curta, também são conhecidos como ácidos graxos voláteis são encontrados no intestino delgado das aves e suínos de forma natural. Os ácidos orgânicos são o produto final da digestão de carboidratos por microorganismos, e em condições normais os principais ácidos orgânicos produzidos são o acético, o propiônico e o butírico (Argenzio e Southworth, 1974; Bugaut, 1987).

Os ácidos orgânicos de cadeia curta são utilizados como preservativos de alimentos, prevenindo a deterioração e aumentando a vida útil dos mesmos, bem como controlando a contaminação e a disseminação de patógenos em carnes e na proteção pré e pós-colheita de grãos. Os mecanismos de ação antibacteriana dos ácidos orgânicos variam de acordo com a condição fisiológica dos organismos e características físico-químicas do ambiente. (Eidelsburger, 2001; Ricke, 2003).

Em suínos, o uso de misturas de ácidos orgânicos e inorgânicos é comum nas dietas pré e pós-desmame e têm o objetivo de auxiliar a digestão protéica, e controlar a proliferação bacteriana intestinal (Cole *et al.*, 1968, Edmonds *et al.*, 1985; Burnel *et al.*, 1988; Risley *et al.*, 1991; Aumaitre *et al.*, 1995; Cranwell, 1995; Gabert *et al.*, 1999). Em aves, supõe-se que o uso de acidificantes tem como principal objetivo a ação antimicrobiana, pois à eclosão elas apresentam capacidade de digestão protéica com menos limitações do que os suínos em idades fisiologicamente similares (Noy e Sklan, 1995). Ácidos orgânicos também apresentam valor energético, enquanto ácidos

inorgânicos podem aportar nutrientes como o fósforo, características que também favorecem seu uso na nutrição animal.

O padrão de produção de ácidos carboxílicos na digesta intestinal é variado. Fatores como carboidratos da dieta (Langhout et al., 2000), microbiota (Argenzio e Southworth, 1974) e poder tampão (Gabert et al., 1995) alteram a produção desses ácidos ao longo do intestino. Em dietas a base de milho foi observado que o ácido láctico predomina, seguido pelos ácidos fórmico, propiônico e butírico no intestino de frangos de corte aos 22 dias de idade (Langhout et al., 2000), enquanto no íleo, predomina o ácido acético, seguido por propiônico e butírico, sendo que as concentrações não foram alteradas pela idade das aves (Zhang et al., 2003; Wang et al., 2005).

O pH dos segmentos intestinais das aves não é constante, variando de 6,4 no duodeno, 6,6 no jejuno e 7,2 no íleo (Sturkie, 1986). Em pH fisiológico os ácidos orgânicos estão na forma protonada. A absorção pode ocorrer pela rota paracelular, porém, a principal rota é garantida por uma região ácida junto à parede da mucosa intestinal (Brugaut, 1987).

Para determinar o efeito de diferentes aditivos alimentares antimicrobianos no trato gastrintestinal e encontrar substitutos para os antibióticos um sistema de câmaras de cultura foi desenvolvido para simular o ambiente do estômago e intestino delgado em suínos. Foram simuladas as condições de temperatura, pH e período de incubação. A ação dos ácidos carboxílicos, no controle bacteriano “in vitro” foi mais eficiente no estômago do que no intestino delgado devido ao efeito aditivo do pH (Knarreborg, 2002). A manipulação com a dieta pode alterar a produção dos ácidos de cadeia curta, mas não as concentrações destes (Holtug et al., 1992).

van der Wielen *et al.* (2000) e van Winsen *et al.* (2001) e descreveram valores de ácidos graxos voláteis no ceco e cólon de suínos e aves e correlacionaram a concentração desses com o desenvolvimento de bactérias patogênicas. Os valores observados em aves foram de 20 a 65 mmol/kg, para os ácidos láctico e acético. A adição de misturas de ácidos orgânicos nas dietas de leitões resultou em alteração na concentração de ácidos voláteis totais no estômago e no intestino de suínos (Piva *et al.*, 2002) efeito contrário ao observado por Franco *et al.* (2005), que também verificou que as proporções entre os ácidos orgânicos foram alteradas, assim como a concentração de Lactobacilos.

Com a proibição do uso de antibióticos como aditivos promotores de crescimento pela Comunidade Européia em alimentos para animais destinados ao consumo humano a partir de janeiro de 2006 (EC,2003) a busca por alternativas ao uso de antibióticos promotores de crescimento vem crescendo nos países produtores de carnes e a suplementação de dietas com ácidos orgânicos tem sido preconizada nesse sentido.

Os ácidos orgânicos são absorvidos na forma não protonada solúvel em lipídios, sendo dependente do pH do meio (Rechkemmer *et al.*, 1988). A absorção dos ácidos orgânicos é passiva em pH ácido (von Engelhardt *et al.*, 1989). A absorção aumenta linearmente em função da concentração, mantendo a concentração estável no lúmen intestinal. Supõe-se que nas aves, em decorrência do pH fisiológico nas diferentes secções do trato digestivo os ácidos orgânicos provenientes da dieta seriam absorvidos no proventrículo (pH 2,4), portanto não chegariam ao intestino delgado, não tendo efeito neste sobre as condições desta secção do trato digestivo.

Ainda que comprovadamente eficazes contra microorganismos, os ácidos orgânicos, por terem sua ação limitada pelo pH do meio, podem ter sua eficiência



alterada nas diversas secções do trato digestivo das aves. Portanto, a permanência de resíduos de ácidos orgânicos provenientes da dieta nestas secções é questionável.

Em função do efeito do pH nas secções do trato digestivo sobre a absorção dos ácidos orgânicos e para verificar se ocorre passagem dos ácidos orgânicos da dieta até o final do intestino delgado foi conduzido este trabalho experimental.

## **Material e Métodos**

### **Dietas experimentais e desempenho animal**

O experimento foi conduzido nas instalações do Aviário Experimental da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), BR 290, km 147, Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul.

Foram alojados 2.112 frangos de corte machos de um dia de idade do cruzamento Cobb X Cobb 500, oriundos de matrizes de 36 semanas. As aves foram dispostas em aviário experimental com 48 boxes com dimensões de 175 x 150 cm, sendo 44 aves por box. Estas foram vacinadas para Marek e Gumboro no incubatório.

Água e alimento foram fornecidos *ad libitum* durante todo o período experimental. Foi utilizado programa de luz que forneceu 24 horas de luz nos primeiros 14 dias e 18 horas de luz e 6 horas de escuro até o final do período experimental.

Foram utilizadas dietas experimentais exclusivamente vegetais, baseadas em milho e farelo de soja e suplementadas com aminoácidos sintéticos, minerais e vitaminas. Nenhum tratamento recebeu anticoccidiano nem a adição de antibióticos promotores de crescimento. Todas as dietas foram formuladas de forma que os nutrientes e a energia fossem iguais ou superiores ao recomendado por Rostagno

(2000). Foi utilizado programa alimentar com três fases: Pré-inicial de 1 a 7 dias de idade, Inicial de 7 a 21 dias de idade.

Foram constituídos 6 tratamentos sendo que entre parêntesis está apresentada a dose suplementada em kg/ton nas fases pré-inicial, inicial e crescimento, respectivamente: Tratamento 1: Controle (sem antibióticos); Tratamento 2: dieta experimental com a adição da Mistura de Acidificantes A(8/4,5); Tratamento 3: dieta experimental com adição da Mistura de Acidificantes B(8/4,5); Tratamento 4: dieta experimental com a adição da Mistura de Acidificantes C(8/4,5); o Tratamento 5: dieta experimental com a adição da Mistura de Acidificantes D(2,5/2,5) e Tratamento 6: a mesma dieta do Tratamento 1 com a adição da Mistura de Acidificantes E(3/2) na água (Tabela 1).

A composição das misturas de acidificantes é apresentada na Tabela 2. Energia e nutrientes das misturas de acidificantes foram utilizadas para a formulação das diferentes dietas experimentais.

#### **Coleta de intestinos e conteúdo intestinal e análise de ácidos graxos voláteis**

Nos dias 7 e 21 de idade das aves, uma ave com peso representativo de cada boxe (média  $\pm 1/2$  desvio padrão) foi sacrificada por deslocamento cervical e pesada. Foi, então, removido o intestino delgado e imediatamente isolados o duodeno, o jejuno e o íleo com uso de fio cirúrgico. As secções assim separadas foram, então, imediatamente seccionadas, sendo o conteúdo de cada secção retirado através de cuidadosa pressão com os dedos polegar e indicador. O conteúdo da digesta foi armazenado em recipientes, e imediatamente colocados em ambiente refrigerado ( $-8,0^{\circ}\text{C}$ ) para transporte até o laboratório, onde foram congelados.

Para a realização das análises por cromatografia gasosa inicialmente os ácidos carboxílicos da digesta foram esterificados. A determinação simultânea dos ácidos

fórmico, láctico e succínico com ácidos graxos voláteis de 2 a 6 carbonos é difícil em cromatografia gasosa. Estes compostos apresentam reduzida resposta no detector de ionização de chama enquanto os ácidos láctico e succínico são pouco voláteis e têm alta polaridade. Por essa razão, os ácidos graxos precisam ser convertidos em seus compostos derivatizados voláteis, normalmente metil-ésteres (Lee et al., 1984).

Os procedimentos e técnicas para a análise de ácidos graxos voláteis foram adaptados a partir da metodologia de Richardson et al. (1989) modificada por Hojberg et al (2001). Para a preparação das amostras de laboratório, o material coletado no aviário foi descongelado, sendo retiradas 5 gramas e colocado em tubo de ensaio. Este material foi diluído em 4 mL de água ultra pura (MiliQ) e essa solução foi agitada e centrifugada a 2300 rpm por 20 minutos. Uma alíquota de 1 mL da suspensão foi retirada para tubo de ensaio sendo adicionados 50 µL de ácido clorídrico 78% e 2.000 µL de éter 98%. Essa solução foi agitada e centrifugada a 2300 rpm por 20 minutos. A seguir uma alíquota de 100 µL da porção superior (éter) da suspensão foi retirada e colocada em "microvial" e 20µ de N-tert-Butildimetilsilil-N-metiltrifluoracetamida com 1% tert-Butildimetilclorosilano (NTBMSTFA – FLUKA 19918), agente derivatizante, foi adicionada. Os "microvials" foram, então, fechados e a solução agitada e colocada em estufa de ar forçado com temperatura de 80°C por 20 minutos. Após esse tempo, o material permaneceu em temperatura ambiente por 48 horas, sendo, então, injetado em Cromatógrafo de Gas Shimatzu, modelo GC17 A, com integrador CBM-101 Shimadzu acoplado, com ionizador de chama, injetor split/splitless e coluna capilar de 30 m X 0,25 mm de sílica fundida com camada de 0,1 µm DBI. As temperaturas: detector 300°C, injetor 275°C, e o seguinte programa de temperatura de coluna: 3 minutos a 70°C; subindo 10°C/min até atingir 110°C e mantendo por 1 minuto, subindo 12°C/min até 275°C e mantendo por 3 minutos (tempo total: 30minutos). Foi utilizado gás

Hidrogênio (H<sub>2</sub>) como carreador, com velocidade linear de 38 m/s e fluxo 1,31. O volume de injeção foi de 0,5 µL no modo “split” de 1:31.

A solução padrão foi constituída dos seguintes ácidos carboxílicos: fórmico (mMol/L), propiônico (10 mMol/L), acético (20 mMol/L), butírico (10 mMol/L) e láctico (15 mMol/L).

O tempo de retenção dos dos ácidos láctico, assim como a concentração (µMol/g), acético, propiônico e butírico foram determinados utilizando a mistura padrão e tiveram sua confirmação por cromatografia gasosa de massas. O tempo de retenção dos ácidos fórmico e benzóico não foi determinado, pela ausência de padrão. A concentração dos ácidos orgânicos nas misturas de acidificantes foi confirmada por análise de cromatografia gasosa. As concentrações estavam de acordo com as especificações do fabricante das misturas.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com seis tratamentos e oito repetições por tratamento. Os dados foram submetidos a análise de correlação de Pearson e análise de variância utilizando o módulo General Linear Models (GLM) do programa estatístico SAS (SAS, 2001). As variáveis que apresentaram diferença estatística foram submetidas ao teste de médias de Tukey.

### **Resultados e discussão**

Em geral a adição de ácido láctico na dieta teve correlação positiva com os níveis de ácido láctico determinados nos segmentos do intestino delgado dos frangos de corte. A correlação foi negativa com os níveis de ácido acético, butírico e propiônico nas diferentes secções do intestino delgado. O ácido fórmico adicionado na dieta apresentou correlação positiva com o a concentração de ácido acético e butírico no duodeno, jejuno e íleo, fórmico e propiônico no jejuno. O ácido benzóico na dieta apresentou correlação

negativa com ácido acético no jejuno, duodeno e íleo e com o ácido propiônico no jejuno. E o ácido acético apresentou correlação positiva com o ácido acético no jejuno de frangos de corte aos 7 e 21 dias de idade (Tabela 3).

Aos 7 e aos 21 dias de idade a suplementação das dietas com as misturas de acidificantes alterou o padrão de ácidos carboxílicos nas diferentes secções do intestino delgado. No duodeno os animais que receberam a dieta com a Mistura D(2,5/2,5/2) apresentaram maior concentração dos ácidos acético, propiônico, butírico. Os animais recebendo dietas suplementadas com as Misturas B(8/4,5/2,5) e C(8/4,5/2,5) apresentaram maior concentração de ácido láctico. No jejuno e no íleo os animais Controle apresentaram maior concentração de ácido propiônico, enquanto a suplementação com a Mistura D(2,5/2,5/2) resultou em maior concentração de ácido acético e butírico. A concentração de ácido láctico foi superior nos animais recebendo as dietas com as misturas B(8/4,5/2,5) e C(8/4,5/2,5). A concentração do ácido láctico na digesta reduz à medida que a digesta passa do duodeno até o íleo (Tabela 4 e 5).

A suplementação de acidificantes modificou os padrões de concentração dos ácidos carboxílicos analisados. Essa foi influenciada pela composição de ácidos carboxílicos da mistura de acidificantes, e essa resposta se manteve nas diferentes secções do intestino delgado dos frangos de corte. Essas podem ser decorrentes da concentração dos ácidos nas misturas de acidificantes ou decorrentes da ação dos ácidos carboxílicos alterando a microbiota intestinal, o que resulta em modificação na produção de ácidos ao longo do intestino delgado dos frangos de corte. Os principais produtos da fermentação bacteriana são os ácidos acético, propiônico e butírico, sendo que em dietas á base de milho predomina o ácido propiônico (Langhout et al., 2000)

A proporção de ácido láctico observada no duodeno dos frangos de corte é similar a apresentada pelas misturas de acidificantes utilizadas. Essa resposta pode estar

indicando que pelo menos parte do ácido láctico das misturas atinge o duodeno das aves. A produção e absorção de ácidos orgânicos ocorrem a partir do estômago, como forma de minimizar perdas de energia no processo de digestão de carboidratos. Evidências sugerem que no estômago o ácido láctico é o principal ácido orgânico produzido, sendo observadas quantidades deste ácido no início do duodeno de suínos (Argenzio e Southworth, 1974). Neste trabalho experimental a presença de ácido láctico no duodeno dos frangos de corte foi observada nos animais que receberam dieta Controle (Tabela 4).

A proporção dos ácidos orgânicos no trato digestivo é praticamente constante, sendo característico da secção intestinal estudada (Holtug et al., 1992). É função da quantidade e do tipo de carboidratos e do ambiente (van Winsen et al, 2001; Zhang et al, 2003,) no trato digestivo, e da capacidade de absorção. Em função do tipo de dieta e do poder tamponante do meio pode resultar em alterações na microbiota (Langhout et al, 1999), alterando as proporções de ácidos orgânicos produzidos. Foi observado que em função da mistura de acidificantes utilizado neste trabalho, especialmente as quantidades de ácido propiônico e butírico, ausentes nas misturas de acidificantes utilizadas, foram alteradas, indicando uma alteração na microbiota no intestino delgado.

Os níveis de ácidos graxos voláteis podem ser um indicativo para monitorar a população microbiana no intestino, visto que estes são produtos da fermentação microbiana (Taylor, 2002). O ácido acético atua negativamente sobre o desenvolvimento de enterobactérias (van der Wielen et al., 2000). As misturas de acidificantes utilizadas resultaram em diferentes níveis padrões de concentração de ácidos orgânicos, indicando que atuam em diferentes grupos de bactérias.

A absorção dos ácidos orgânicos não é influenciada pela presença de sais biliares e micelas (Westergaard e Dietschy, 1976). Ela ocorre na forma não protonada, solúvel

em lipídios, mas depende da concentração deles no lúmen intestinal (Bugaut, 1987). No intestino delgado das aves o pH não é constante, variando de 6,4 no duodeno, 6,6 no jejuno e 7,2 no íleo (Sturkie, 1986). Isso indica que os ácidos devem estar dissociados. No entanto, sítios de pH ácido na superfície da parede intestinal permitem pH adequado para presença da forma não protonada e conseqüente absorção (Rechkemmer et al., 1988).

Neste experimento foi verificada grande capacidade de absorção dos ácidos acético, propiônico, butírico e láctico no duodeno visto que ocorre grande redução destes a partir do jejuno e no íleo. Os níveis destes ácidos carboxílicos observados no presente experimento são similares aos observados por outros trabalhos (Langhout et al., 2000; van der Wielen et al., 2000; Zhang et al., 2003; Wang et al., 2005;).

### **Conclusões**

Os resultados deste experimento indicam que ocorre alteração dos padrões de produção dos ácidos orgânicos em função do tipo de mistura de acidificante adicionada na dieta. A concentração dos ácidos orgânicos é praticamente constante ao longo do tempo. A absorção dos ácidos orgânicos ocorre numa taxa mais elevada no duodeno do que no jejuno e íleo de frangos de corte. Possivelmente o ácido láctico adicionado através da dieta esteja presente ao longo de todo o intestino delgado das aves.

**Tabela 1.** Quantidades de misturas de acidificantes utilizados na composição dos tratamentos, kg/ton (A, B, C, D) ou L/1.000 L de água(E).

Dieta	Controle	Mistura/ Blend				
		A	B	C	D	E
Pré-inicial (1 a 7 dias)	-	8,0	8,0	8,0	2,5	3,0
Inicial (7 a 21 dias)	-	4,5	4,5	4,5	2,5	2,0

**Tabela 2.** Proporção de acidificantes nas misturas utilizadas e seus valores de Energia Metabolizável (Kcal/ kg) e nutrientes, % ou conforme indicado.

	Mistura A	Mistura B	Mistura C	Mistura D	Mistura E
Ácido Láctico	70,00	76,00	50,00	-	40,00
Ácido Fórmico	2,00	2,00	8,00	85,00	-
Ácido Acético	6,00	4,00	-	-	5,00
Ácido Benzóico	7,00	-	7,00	-	5,00
Veículo	15,00	18,00	35,00	15,00	50,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Fósforo Disponível	2,30%	-	2,00%	-	1,60%
EM (kca/kg) <sup>1</sup>	3.030,00	2.900,00	2.120,00	1.180,00	1.770,00

1.Eidelsburger, 2001.

**Tabela 3.** Correlação entre os ácidos orgânicos das misturas acidificantes das dietas e dos resíduos determinados na digesta de frangos de corte nas diferentes secções do trato digestivo (entre parêntesis a probabilidade).

Secção Intestinal	Ácido Determinado	Ácidos das misturas de acidificantes			
		Acético	Fórmico	Láctico	Benzóico
Duodeno	Acético	-0,392 (0,1076)	0,712 (0,0009)	-0,181 (0,4721)	-0,650 (0,0035)
	Propiônico	-0,504 (0,0320)	0,670 (0,0023)	-0,604 (0,0080)	0,120 (0,6363)
	Butírico	-0,298 (0,2299)	0,899(<0,0001)	-557 (0,0163)	-0,366 (0,1351)
	Lactico	-0,036 (0,8875)	0,057 (0,8231)	0,556 (0,4721)	0,123 (0,6145)
Jejuno	Acético	-0,506 (0,0323)	0,703 (0,0011)	-0,432 (0,0150)	-0,663 (0,0027)
	Propiônico	-0,374 (0,1261)	0,002 (0,9945)	-0,425 (0,0167)	-0,506 (0,0320)
	Butírico	-0,191 (0,4465)	0,752 (0,0003)	-0,563 (0,0785)	-0,303 (0,2209)
	Láctico	-0,013 (0,9589)	0,065 (0,7979)	0,602 (0,0731)	0,113 (0,6542)
Íleo	Acético	-0,513 (0,0293)	0,586 (0,0106)	-0,544 (0,0195)	-0,652 (0,0033)
	Propiônico	-0,286 (0,2501)	0,030 (0,9045)	-0,469 (0,0498)	-0,226 (0,3681)
	Butírico	-0,282 (0,2561)	0,785 (0,0001)	-0,671 (0,0023)	-0,393 (0,1068)
	Lactico	0,694 (0,6940)	0,116 (0,6474)	0,019 (0,0072)	0,159 (0,5280)



**Tabela 4.** Conteúdo de ácido acético, propiônico, butírico e láctico da digesta nos diferentes segmentos do intestino delgado de frangos de corte alimentados com diferentes misturas de ácidos orgânicos aos 7 dias de idade, mMol/g.

	Duodeno				Jejuno				Ileo			
	Acético	Propiônico	Butírico	Láctico	Acético	Propiônico	Butírico	Láctico	Acético	Propiônico	Butírico	Láctico
T1: Controle	17,68 <sup>bc</sup>	150,80 <sup>bc</sup>	11,52 <sup>c</sup>	n.d.	1,15 <sup>abc</sup>	110,00 <sup>a</sup>	14,90 <sup>bc</sup>	n.d.	2,00 <sup>ab</sup>	34,60 <sup>a</sup>	27,12 <sup>b</sup>	n.d.
T2: Mistura A(8/4,5/2,5)	13,39 <sup>bc</sup>	139,79 <sup>c</sup>	9,56 <sup>c</sup>	66,28 <sup>c</sup>	0,58 <sup>c</sup>	20,00 <sup>ab</sup>	9,99 <sup>c</sup>	5,65 <sup>b</sup>	0,86 <sup>abc</sup>	17,32 <sup>ab</sup>	14,37 <sup>c</sup>	8,84 <sup>ab</sup>
T3: Mistura B(8/4,5/2,5)	45,18 <sup>ab</sup>	46,08 <sup>d</sup>	14,42 <sup>c</sup>	193,58 <sup>a</sup>	1,27 <sup>ab</sup>	40,00 <sup>ab</sup>	9,73 <sup>c</sup>	13,06 <sup>a</sup>	1,28 <sup>abc</sup>	5,36 <sup>c</sup>	9,97 <sup>c</sup>	13,31 <sup>a</sup>
T4: Mistura C(8/4,5/2,5)	19,62 <sup>bc</sup>	222,40 <sup>ab</sup>	13,81 <sup>c</sup>	191,28 <sup>a</sup>	0,63 <sup>bc</sup>	20,00 <sup>ab</sup>	8,68 <sup>c</sup>	12,12 <sup>a</sup>	0,61 <sup>bc</sup>	9,48 <sup>b</sup>	8,41 <sup>c</sup>	11,74 <sup>a</sup>
T5: Mistura D(2,5/2,5/2)	56,96 <sup>a</sup>	291,09 <sup>a</sup>	51,09 <sup>a</sup>	103,47 <sup>ab</sup>	2,19 <sup>a</sup>	40,00 <sup>ab</sup>	66,11 <sup>a</sup>	6,76 <sup>b</sup>	2,60 <sup>a</sup>	17,17 <sup>ab</sup>	77,11 <sup>a</sup>	8,17 <sup>ab</sup>
T6: Mistura E(3/2/1)	n.d.	188,53 <sup>b</sup>	27,65 <sup>b</sup>	70,14 <sup>bc</sup>	n.d.	10,00 <sup>b</sup>	42,16 <sup>ab</sup>	2,75 <sup>c</sup>	n.d.	8,92 <sup>b</sup>	41,24 <sup>ab</sup>	2,68 <sup>c</sup>
Média	25,47	173,11	21,34	104,12	0,97	40	25,26	6,72	1,28	15,47	29,71	7,46
Coefficiente Variação, %	3,31	2,97	1,09	2,25	4,54	9,05	4,43	3,09	5,43	8,19	4,15	3,19
Probabilidade	0,0037	0,0347	<0,0001	0,0009	0,0011	0,0353	0,0001	<0,0001	0,0049	0,01409	0,0001	0,0001

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

n.d. = não determinado

**Tabela 5.** Conteúdo de ácido acético, propiônico, butírico e láctico da digesta das diferentes secções do intestino delgado de frangos de corte alimentados com diferentes misturas de ácidos orgânicos aos 21 dias de idade, mMol/g.

	Duodeno				Jejuno				Ileo			
	Acético	Propiônico	Butírico	Láctico	Acético	Propiônico	Butírico	Láctico	Acético	Propiônico	Butírico	Láctico
T1: Controle	15,17 <sup>c</sup>	156,06 <sup>c</sup>	121,95 <sup>c</sup>	1,16 <sup>c</sup>	1,15 <sup>b</sup>	19,72 <sup>a</sup>	9,74 <sup>c</sup>	2,52 <sup>d</sup>	2,01 <sup>ab</sup>	38,89 <sup>a</sup>	28,50 <sup>bc</sup>	0,008 <sup>b</sup>
T2: Mistura A(8/4,5/2,5)	13,91 <sup>c</sup>	141,71 <sup>c</sup>	109,61 <sup>c</sup>	68,84 <sup>bc</sup>	0,58 <sup>b</sup>	12,44 <sup>b</sup>	11,58 <sup>c</sup>	5,66 <sup>c</sup>	0,87 <sup>ab</sup>	13,86 <sup>b</sup>	18,00 <sup>c</sup>	8,99 <sup>a</sup>
T3: Mistura B(8/4,5/2,5)	41,16 <sup>ab</sup>	54,71 <sup>d</sup>	152,25 <sup>c</sup>	215,98 <sup>a</sup>	1,69 <sup>ab</sup>	14,09 <sup>ab</sup>	9,73 <sup>c</sup>	14,30 <sup>a</sup>	1,73 <sup>ab</sup>	6,66 <sup>b</sup>	10,58 <sup>c</sup>	13,49 <sup>a</sup>
T4: Mistura C(8/4,5/2,5)	21,46 <sup>bc</sup>	227,93 <sup>b</sup>	140,83 <sup>c</sup>	205,72 <sup>a</sup>	0,69 <sup>b</sup>	13,09 <sup>b</sup>	8,68 <sup>c</sup>	12,43 <sup>b</sup>	0,62 <sup>b</sup>	12,15 <sup>b</sup>	8,41 <sup>c</sup>	12,01 <sup>a</sup>
T5: Mistura D(2,5/2,5/2)	58,88 <sup>a</sup>	369,35 <sup>a</sup>	506,96 <sup>a</sup>	108,48 <sup>b</sup>	2,30 <sup>a</sup>	14,45 <sup>ab</sup>	79,56 <sup>a</sup>	6,76 <sup>c</sup>	2,61 <sup>a</sup>	17,08 <sup>ab</sup>	83,74 <sup>a</sup>	8,83 <sup>a</sup>
T6: Mistura E(3/2/1)	17,29 <sup>c</sup>	188,53 <sup>bc</sup>	321,00 <sup>b</sup>	70,48 <sup>bc</sup>	0,70 <sup>b</sup>	6,46 <sup>c</sup>	48,83 <sup>b</sup>	2,94 <sup>d</sup>	0,41 <sup>b</sup>	11,33 <sup>b</sup>	47,01 <sup>a</sup>	2,66 <sup>b</sup>
Média	27,98	189,71	225,43	111,78	1,19	13,37	28,02	7,44	1,36	16,66	32,70	7,68
Coeficiente Variação, %	2,94	8,09	1,06	2,36	3,46	7,89	7,05	8,25	4,66	5,45	2,69	2,87
Probabilidade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0007	0,0013	0,0079	<0,0001	<0,0001	0,0072	0,0127	<0,0001	<0,0001

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*Valores entre parentesis após o tratamento representam a dose da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento, kg/ton.

n.d. = não determinado

### Literatura citada

AUMAITRE, A.; PEINIAU, J.; MADEC, F. Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. **Pig News and Information**. v. 16, p. 73N-79N. 1995.

ARGENZIO, R.A.; SOUTHWORTH, M. Sites of organic acid production and absorption in gastrointestinal tract of the pig. **American Journal of Physiology**., v. 288, n.2, p. 454-460. 1974.

BUGAUT, M. Occurrence, absorption and metabolism of short chain fatty acids in the digestive tract of mammals. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v 86B, n.3, p. 439-472. 1987.

BURNELL, T.W.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 1100-1108. 1988.

COLE, D.J.A.; BEAL, R.M.; LUSCOMBE, N.D.A. The effect on performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pigs. **The Veterinary Record**, v. 83, p. 459-464. 1968.

CRANWELL, P.D. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: (MA Valey, Ed.) **The neonatal pig: development and survival**. CAB International. Wallingford. p. 99-154. 1995.

EDMONDS, M.S.; IZQUIERDO, O.A.; BAKER, D.H. Feed additive studies with newly weaned pigs: efficacy of supplemental copper, antibiotics and organic acids. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 462-469. 1985.

EIDELSBURGER, U. Feeding short-chain fatty acids to pigs. In: (PC Garnsworthy e J Wiseman Ed.) **Recent Developments in Pig Nutrition 3**. Nottingham University Press, 2001. p. 107-121.

FRANCO, L.D.; FONDEVILA, M.; LOBERA, M.B.; CASTRILLO, C. Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents and their response on digestibility. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 89, p. 88-93. 2005.

GABERT, V.M.; SAUER, W.C.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F.; MONSENTIN, R. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial populations and metabolites in the small intestine of weanling pigs fed semipurified fish meal diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 75, p. 615-623. 1995.

HOLTUG, K.; RASMUSSEN, S.H.; MORTENSEN, P.B. An in vitro study of short-chain fatty acid concentrations, production and absorption in pig (*Sus Scrofa*) colon. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 103A, n. 1, p. 189-197. 1992.

HOJBERG, O.; ENGBERG, R.; JENSEN, B.B.; KALDHUSDAL, M.; ELWINGER, K. SCFA and Lactic acid analysis. Exercise 4. In: **Alternatives to feed antibiotics and anticoccidials in pig and poultry meat production (AFAC)**. Swedish Agriculture University and Danish Institute of Agricultural Sciences (ed.). Foulum, November 2002. [www.afac.slu.se/PhDcourse/scfa.pdf](http://www.afac.slu.se/PhDcourse/scfa.pdf) (22/02/2006).

KNARREBORG, A.; MIQUEL, N.; GRANLI, T.; JENSEN, B.B. Establishment and application of na in vitro methodology to study the effects of organic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of gastrointestinal tract of piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 99, p. 131-140. 2002.

LANGHOUT, D.J.; SCHUTE, J.B.; van LEEUWEN, P.; WIEBENGA, J.; TAMMINGA, S. Effect of dietary high- and low-methylated citrus on the activity of ileal microflora and morphology of small intestinal wall of broiler chicks. **British Poultry Science**, v. 40, p. 340-347. 1999.

LANGHOUT, D.J.; SCHUTTE, J.B.; de SONG, J.; SLOETJES, H.; VERSTEGEN, M.W.A.; TAMMINGA, S. Effect of viscosity on digestion of nutrients in conventional and germ-free chicks. **British Journal of Nutrition**, v. 83, p. 533-540. 2000.

LEE, M.N.; YANG, F.J.; BARTLE, K.D. Open Tubular column gas chromatography. John Wiley & Sons, Inc. United States. 1984.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v. 74, p. 366-373. 1995.

PIVA, A.; CASADEI, G.; BIAGI, G. An organic acid blend can modulate swine intestinal fermentation and reduce microbial proteolysis. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 82, p. 527-532. 2002.

RECHKEMMER, G.; RÖNNAU, K.; ENGELHARDT, W.V. Fermentation of polisaccharides and absorption of short chain fatty acids in the mammalian hindgut. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 90A, n. 4, p. 563-568. 1988.

RICHARDSON, A.J.; CALDER, A.G.; STEWART, C.S.; SMITH, A. Simultaneous determination of volatile and non-volatile acidic fermentation of anaerobes by capillary gas chromatography. **Letters in Applied Microbiology**, v. 9, p. 5-8. 1989.

RISLEY, C.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D.; WEAKLAND, S.M. Effects of organic acids with and without a microbial culture on performance and gastrointestinal tract measurements of weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 35, p. 259-270. 1991.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2000.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT User Guide: Statistics Release. SAS Institute Inc., NC. 2001.

STURKIE, PD. **Avian Physiology**. 4<sup>a</sup>. Edição. Springer-Verlag. New York. 1986. 516p.

TAYLOR, R. Hindgut function in laying hens. **Rural Industries Research and Development Corporation**. RIRDC Publication No 02/043. RIRDC Project No UNC-12A. 2002. New Castle, Callaghan. Australia. 180 p.

van der WIELEN, P.W.J.J.; BIERSTERVELD, S.; OTERMANS, S.; HOFSTRA, H.; URLINGS, B.A.P.; van KNAPEN, F. Role of volatile fatty acids in development of the cecal microflora in broiler chickens during growth. **Applied and Environmental Microbiology**. V.66, n. 6, p. 2536-2540. 2000.

van WINSEN, R.L.; URLINGS, B.A.P.; LIPMAN, L.J.A.; SNIJDERS, J.M.A.; KEUZENKAMP, D.; VERHEIDJDEN, J.H.M.; van KNAPEN, F. Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tract of pigs. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 67, n. 7, p. 3071-3076. 2001.

von ENGELHARDT, W.; RÖNNAU, K.; RECHKEMMER, G.; SAKATA, T. Absorption of short chain fatty acids and their role in the hidgut of monogastric animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 43-53. 1989.

WANG, Z.R.; QIAO, S.Y.; LU, W.Q.; LI, D.F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, v. 84. p. 875-881. 2005.

WESTERGAARD, H.; DIETSCHY, J.M. The mechanism whereby bile acid micelles increase the rate of fatty acid and cholesterol uptake into the intestinal mucosal cells. **Journal of Clinical Investigation**, v. 58, p. 97-108. 1976.

ZHANG, W.F.; LI, D.F.; LU, W.Q.; YI, G.F. Effects of isomalto-oligosaccharides on broiler performance and intestinal microflora. **Poultry Science**, v. 82: p. 657-663. 2003.

## **CAPÍTULO 5**

## **CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O mercado consumidor busca qualidade nutricional e segurança nos alimentos e é quem determina o que e como produzir. Diferentes formas de pressão são exercidas sobre o sistema de produção de carnes. Estas resultaram na proibição do uso de alimentos de origem animal, em virtude da incidência de Encefalopatia Espongiforme Bovina, doença conhecida como vaca louca e de antibióticos em doses reduzidas como aditivos promotor de crescimento nas dietas animais (EC, 2004), especialmente na Europa.

A substituição dos antibióticos promotores de crescimento das dietas deverá ser feita sem perdas na capacidade e na eficiência produtiva dos rebanhos. Devem ser buscadas alternativas que apresentem funções similares aos antibióticos, como controle de microbiota entérica, manutenção e melhoria de morfologia intestinal, melhoria da capacidade de digestão e absorção de alimentos e principalmente, que estas fontes não estabeleçam uma relação de resistência, especialmente em microorganismos patogênicos.

Dentre as possibilidades destacam-se práticas de manejo com a melhoria nas condições de sanidade, limpeza e manejo das instalações, fitoterápicos, enzimas, ácidos orgânicos. Dentre essas, os ácidos orgânicos destacam-se, por suas características e modo de ação.

De um modo geral o uso de misturas de acidificantes nas dietas resultou em um benefício sobre o ganho de peso dos frangos de corte. Nos dois experimentos os ganhos de peso dos animais consumindo dietas com misturas de acidificantes foi superior ao dos animais Controle Negativo, e similares aos animais consumindo dietas com suplementação de antibióticos promotores de crescimento.

Houve um benefício geral da inclusão de acidificantes na conversão alimentar. A inclusão das misturas de acidificantes nas dietas foi similar ao da inclusão dos antibióticos promotores de crescimento sendo ambos superiores ao Controle Negativo.

O efeito da inclusão de acidificantes sobre o consumo de alimento foi similar ao da dieta Controle Positivo, sendo ambos superiores ao da dieta Controle Negativo. No entanto, no período de 21 a 35 dias ocorre um efeito de aumento de consumo na dieta Controle Negativo, e esse apresenta consumo similar ao das dietas com acidificantes e Controle Positivo.

A adição de misturas de acidificantes na água resultou em menor consumo de água. No entanto, de forma geral a adição na dieta sólida não causou diferença de consumo de água entre as dietas Controle Positivo e Negativo. Também não houve efeito da adição de misturas de acidificantes sobre a relação consumo de água: consumo de alimento, com exceção da inclusão de mistura de acidificantes na água.

O peso relativo do intestino delgado, do duodeno e do jejuno aos 7 dias de idade foi inferior para o Controle Negativo em relação às misturas de acidificantes. Todavia, aos 21 dias, o peso relativo do intestino delgado do



Controle Negativo foi superior ao das aves recebendo dietas com misturas de acidificantes, enquanto o peso relativo do duodeno do Controle foi similar às misturas de acidificantes, sendo a influência maior para o peso relativo do jejuno do que das demais secções.

O jejuno das aves alimentadas com misturas de acidificante apresentou maior comprimento do que o dos animais Controle aos 7 dias de idade. Aos 21 dias de idade, o comprimento do intestino delgado, do jejuno e do íleo das misturas de acidificantes foi inferior ao do Controle.

O Controle Positivo e as misturas de acidificantes apresentaram as maiores relações peso: comprimento do jejuno aos 14 dias de idade, e esses foram diferentes do Controle Negativo. A relação peso: comprimento do Intestino Delgado, do duodeno e do íleo não foi influenciado pelos tratamentos. Não foi observado efeito da inclusão das misturas de acidificantes sobre a relação peso: comprimento das secções do intestino delgado aos 21 dias.

A suplementação de misturas de acidificantes resultou em maior altura de vilosidade, enquanto o Controle Negativo teve a pior resposta. O mesmo efeito pode ser observado na profundidade de cripta. O número de vilos por quadrante não foi influenciado pelos tratamentos.

A presença de bactérias no lúmen intestinal estimula a secreção de muco, aumenta a proliferação celular nas vilosidades e no epitélio, associada à liberação de enterotoxinas no lúmen e desenvolvimento de resposta imunológica local (Deplancke e Gaskins, 2001). Estes efeitos estão associados ao aumento nas necessidades de manutenção do organismo, levando à redução de desempenho. O trato gastrintestinal representa 5% do peso

corporal, mas, devido à taxa de renovação celular e metabolismo necessita de 15 a 35% do oxigênio total consumido pelo organismo. Além disso, 90% do total de proteínas sintetizadas pelo trato gastrintestinal são perdidas, devido à secreção de muco e descamação celular (Gaskins, 2001, Apajalahti, 2005).

Os antibióticos foram introduzidos na produção animal e são utilizados nas dietas com o objetivo de controlar a microbiota intestinal. Associado ao controle da microbiota, ocorre redução na competição por nutrientes, estímulo à secreção de muco, à secreção de metabólitos microbianos tóxicos, provocam anorexia e muitas vezes são causadores de enfermidades, provocando retardo do crescimento reduzindo a velocidade de ganho e piorando a conversão alimentar dos animais (Visek, 1978; Anderson *et al.*, 1999).

A redução no tamanho das vilosidades, a redução na necessidade de renovação do epitélio intestinal e redução na secreção de muco reduzem os custos de manutenção intestinal. Desta forma, também há um efeito de redução nas necessidades de manutenção dos animais resultando em maior quantidade de nutrientes disponíveis para crescimento, aumentando dessa forma a eficiência de uso dos alimentos, trazendo como consequência redução na conversão alimentar e no custo de produção (Visek, 1978; Anderson *et al.*, 1999).

Os ácidos orgânicos e inorgânicos são utilizados nas dietas com o objetivo de obter benefícios similares aos do uso de antibióticos como promotores de crescimento. O uso de antibióticos promotores de crescimento está associado à redução da carga de microorganismos e melhoria da morfologia intestinal. Portanto, são esperados efeitos na prevenção de

alterações digestivas, melhora na conversão alimentar e no ganho de peso, mas também melhora na digestibilidade e conseqüentemente aumento de eficiência e redução no custo de produção decorrentes da ação dos ácidos orgânicos.

Os ácidos orgânicos têm distintas características químicas e, portanto, desempenham funções e apresentam respostas distintas no desempenho animal e no controle de infecções bacterianas. O ácido fórmico é um forte acidulante e antimicrobiano (Partanen e Mroz, 1999) sendo também importante na transferência de unidades de um carbono no metabolismo de aminoácidos (Lehninger *et al.*, 1993). O seu acúmulo no organismo tem efeito tóxico levando a um quadro de acidose metabólica. O ácido láctico tem ação bactericida, servindo também de fonte de energia para as células. O ácido acético inibe o crescimento de bactérias, além de ser fonte de energia celular (Partanen e Mroz, 1999). O ácido benzóico reduz bactérias lácticas, lactobacillus e fungos no trato digestivo de suínos (Maribo, 2000). Patten e Waldroup (1988a) observaram redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas com ácido fórmico. Denli *et al.*, (2003) verificaram melhora no desempenho de frangos de corte utilizando misturas de ácidos contendo ácido fórmico em relação às dietas sem antibióticos promotores. Zobac *et al.* (2004) não verificaram efeito da adição de ácido láctico no desempenho de frangos de corte. Pinchasov e Elmaliah (1994) observaram redução no ganho de peso e no consumo alimentar de frangos alimentados com dietas contendo suplementação de ácido acético, e concluem que este tem um efeito anoréxico em frangos de corte. Possivelmente, em

decorrência desta situação ocorre redução de consumo em dietas suplementadas com ácido acético.

A presença de ácidos graxos de cadeia curta no intestino estimula a secreção de muco alcalino, ou pelo estímulo dos receptores químicos conectados aos nervos colinérgicos, ou por efeito direto nas células secretoras (Vatta *et al.*, 1988; Shimotoyodome *et al.*, 2000). Excessos provocam danos à parede intestinal, como a redução do tamanho de vilosidades e ulcerações (Vatta *et al.*, 1988). No entanto, o estímulo à secreção de muco tem um efeito de proteção das paredes intestinais contra a abrasão provocada pelo fluxo da digesta, e ação ácida, além de dificultar a colonização das paredes pelas bactérias, reduzindo a presença dessas no meio.

Alguns ácidos estimulam a proliferação de enterócitos, efeito trófico, resultando em aumento da massa intestinal, e na decorrente melhora da capacidade de absorção dos nutrientes (Sakata, 1987). O aumento da massa do intestino delgado em resposta aos ácidos orgânicos, especialmente do duodeno e do jejuno aos 7 dias e no duodeno aos 21 dias de idade, pode ser observado neste trabalho. Pode ser observado também que os comprimentos do intestino delgado e do duodeno e íleo aos 14 dias foram superiores para a dieta controle. Fica demonstrado pela maior relação peso: comprimento das secções do intestino delgado um aumento da massa da mucosa intestinal, possivelmente decorrente do aumento do tamanho das vilosidades e da profundidade de criptas, reflexo do estímulo da proliferação celular pela presença dos ácidos orgânicos no lúmen intestinal das aves consumindo as dietas contendo as misturas de acidificantes. O aumento da massa intestinal

leva ao aumento da capacidade de absorção de nutrientes e consequentemente da eficiência produtiva.

Da mesma forma que o uso de antibióticos como promotor de crescimento, o uso de ácidos orgânicos se reflete mais no aumento da eficiência do que no ganho de peso. A ausência de diferença da suplementação de acidificantes sobre o ganho de peso encontradas neste experimento também foi verificada por Daskiram et al. (2004) e Lesson et al. (2005). Patten e Waldroup (1988), entretanto, observaram efeito negativo sobre o ganho de peso com o uso de formiato de cálcio e positivo com o ácido fumárico. Os autores sugerem que a melhoria de desempenho ocorreu devido à alteração do pH intestinal, ativação de proteases e alteração da microbiota intestinal.

A ausência de efeito no ganho de peso corporal de frangos de corte com o uso de acidificantes ou antibióticos neste trabalho pode ter sido decorrente da compensação no consumo de alimento e consequentemente na conversão alimentar decorrentes de alterações na morfologia e da redução do impacto de bactérias na mucosa intestinal em dietas suplementadas com acidificantes ou antibióticos promotores de crescimento, em comparação com dietas sem suplementação (Leeson *et al.*, 2005; Sun *et al.* (2005)). Neste trabalho, os animais Controle Negativo apresentaram consumo de alimentos superior ao do Controle Positivo e das dietas com Misturas de Acidificantes. O uso de antibióticos e das misturas de ácidos nas dietas resultou em melhoria na morfologia intestinal. Esse efeito potencialmente pode levar à melhor

capacidade de digestão e absorção de alimentos, melhorando a conversão alimentar.

Em função de suas características físicas e químicas, os ácidos orgânicos apresentam formas de ação distintas. Os ácidos fórmico, láctico e acético têm forte ação antibacteriana, não sendo esta tão pronunciada para o ácido cítrico (Partanen e Mroz, 1999). Concomitantemente, os ácidos láctico, cítrico e acético produzem energia através do ciclo dos ácidos carboxílicos, enquanto o ácido fórmico participa da transferência de unidades de 1 carbono (Lehninger et al., 1993). O ácido ortofosfórico é fonte de fósforo e possui efeito bacteriostático (Andrys *et al.*, 2003). O ácido benzóico é pouco absorvido em suínos e não tem referência em aves, e apresenta efeito bactericida, com influência positiva no crescimento de aves e suínos (Canibe et al. 2000; Jorgensen e Boes, 2004).

A dose dos acidificantes utilizada também influenciou nas respostas nas fases inicial e crescimento. A alta inclusão de algumas misturas, aumentando o poder tamponante ácido das dietas pode ter provocado danos à parede intestinal que se verificou no desempenho das fases inicial e crescimento. Além disso, a ausência do ácido cítrico e a alta inclusão de láctico e acético podem ter influenciado na pior resposta de desempenho de algumas misturas. Segundo Daskiran *et al.* (2004), a inclusão de acidificantes em dietas na fase inicial determina a resposta para os níveis de acidificantes na fase de crescimento.

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, efeito observado por Chaveerach *et al.* (2004), van Immerseel *et al.* (2004), Izat *et al.* (1990a) Izat *et al.* (1990b). Dessa forma é possível supor que a inibição da colonização e multiplicação de microorganismos, concomitante à ação dos acidificantes, beneficia a mucosa intestinal.

Essa resposta pode ser verificada pelo aumento da relação peso: comprimento. Uni *et al.* (1999) observaram aumento da massa e comprimento de todas as secções intestinais no período pós-eclosão. O jejuno aumentou em massa mais rápido do que o íleo e o duodeno. Em relação ao peso corporal o efeito é o mesmo, e o máximo ocorre entre os dias 6 e 7. Os autores supõem que esse aumento em massa decorra de maior deposição de proteína. Também determinaram que o aumento de massa esta correlacionado com o aumento da área de vilosidades em todas as secções intestinais. Neste trabalho experimental também foi observado esse efeito, especialmente aos 7 dias de idade. Nos animais aos 21 dias o efeito não foi evidente.

A composição nutricional e de energia das misturas de acidificantes foi utilizada para formular as dietas experimentais. Portanto, é possível supor que os efeitos benéficos resultantes da inclusão das misturas de acidificantes nas dietas foram decorrentes das ações de controle antimicrobiano (van der Wielen *et al.*, 2000), trófico (Sakata, 1987 e Leesson *et al.*, 2005). Ações moduladoras da função imune também são citadas (Curi *et al.*, 1993, Perez *et al.*,1998),

melhorando as condições do intestino e favorecendo a digestão e absorção de nutrientes.

A composição das misturas utilizou os ácidos láctico (pKa 3,83), fórmico (pKa 3,75), acético (pKa 4,76), cítrico (pKa 3,13; 4,76; 6,40), benzóico (4,19), e ortofosfórico (pKa 2,14; 6,86; 9,5). O pH dos segmentos intestinais das aves não é constante, variando de 6,4 no duodeno, 6,6 no jejuno e 7,2 no íleo (Sturkie, 1986). Dessa forma, ácidos orgânicos com mais de um pK<sub>a</sub> ou a utilização de misturas de ácidos orgânicos com vários pK<sub>a</sub>, podem apresentar capacidade de dissociação em diferentes pH e manter atuação em uma maior extensão intestinal. Pode-se verificar pela composição básica das misturas que ocorre dissociação dos ácidos do pH 2,14 (ortofosfórico) até pH 9,5 (ortofosfórico), portanto contemplando toda a faixa de pH das secções intestinais, possibilitando ação dos ácidos sobre as bactérias em todo lúmen intestinal.

Os animais recebendo as dietas com misturas contendo ácido ortofosfórico apresentaram melhor resposta de desempenho e de morfologia intestinal, demonstrando um efeito deste ácido na manutenção do ambiente químico no lúmen intestinal favorecendo o ambiente para microbiota benéfica.

As misturas utilizadas nos dois estudos apresentaram diferentes capacidades tamponantes, em virtude da composição de seus ácidos, variando entre 50 até 1.450. Estes valores refletiram no desempenho dos animais. Nas fases pré-inicial e inicial valores entre 900 e 1450 apresentaram melhor resposta de desempenho. Isso pode ser devido ao auxílio das misturas de ácidos nos processos de digestão e absorção nessa fase (Uni et al., 1999). A



capacidade de secreção de enzimas nessa fase ainda não é completa e a redução do pH, por efeito das misturas acidificantes pode auxiliar na ativação e secreção especialmente das enzimas proteolíticas no estômago, auxiliando nos processos digestivos. Este efeito não foi tão pronunciado nas fases seguintes, possivelmente devido à maior capacidade digestiva dos animais nestas fases.

Em geral a adição de ácido láctico na dieta teve correlação positiva com os níveis de ácido láctico. A correlação foi negativa com os níveis de ácido acético, butírico e propiônico nas diferentes secções do intestino delgado. O ácido fórmico adicionado na dieta apresentou correlação positiva com o a concentração de ácido acético e butírico no duodeno, jejuno e íleo, fórmico e propiônico no jejuno. O ácido benzóico na dieta apresentou correlação negativa com ácido acético no jejuno, duodeno e íleo e com o ácido propiônico no jejuno. E o ácido acético apresentou correlação positiva com o ácido acético no jejuno de frangos de corte aos 7 e 21 dias de idade.

Aos 7 e aos 21 dias de idade a suplementação das dietas com as misturas de acidificantes alterou o padrão de ácidos carboxílicos nas diferentes secções do intestino delgado. No duodeno os animais que receberam a dieta com ácido fórmico apresentaram maior concentração dos ácidos acético, propiônico, butírico. Os animais recebendo dietas suplementadas com ácido láctico, fórmico e acético e ortofosfórico apresentaram maior concentração de ácido láctico. No jejuno e no íleo os animais Controle apresentaram maior concentração de ácido propiônico, enquanto a suplementação contendo ácido fórmico resultou em maior concentração de ácido acético e butírico. A concentração de ácido láctico foi superior nos animais recebendo as dietas

com as misturas com láctico, fórmico, acético e ortofosfórico. A concentração do ácido láctico na digesta reduz à medida que a digesta passa do duodeno até o íleo.

A suplementação de acidificantes modificou os padrões de concentração dos ácidos carboxílicos dosados. Essa foi influenciada pela composição de ácidos carboxílicos da mistura de acidificantes, e essa resposta se manteve nas diferentes secções do intestino delgado dos frangos de corte. Essas podem ser decorrentes da concentração dos ácidos nas misturas de acidificantes ou decorrentes da ação dos ácidos carboxílicos alterando a microbiota intestinal, o que resulta em modificação na produção de ácidos ao longo do intestino delgado dos frangos de corte. Os principais produtos da fermentação bacteriana são os ácidos acético, propiônico e butírico, sendo que em dietas á base de milho predomina o ácido propiônico (Langhout et al., 2000)

A proporção de ácido láctico observada no duodeno dos frangos de corte é similar à apresentada pelas misturas de acidificantes utilizadas. Essa resposta pode estar indicando que pelo menos parte do ácido láctico das misturas atinge o duodeno das aves. A produção e absorção de ácidos orgânicos ocorrem a partir do estômago, como forma de minimizar perdas de energia no processo de digestão de carboidratos. Evidências sugerem que no estômago o ácido láctico é o principal ácido orgânico produzido, sendo observadas quantidades deste ácido no início do duodeno de suínos (Argenzio e Southworth, 1974). No nosso estudo a presença de ácido láctico no duodeno dos frangos de corte foi observada nos animais que receberam dieta Controle.

A proporção dos ácidos orgânicos no trato digestivo é praticamente constante, sendo característico da secção intestinal estudada (Holtug et al., 1992). É função da quantidade e do tipo de carboidratos e do ambiente (van Winsen et al, 2001; Zhang et al, 2003,) no trato digestivo, e da capacidade de absorção. Em função do tipo dieta e do poder tamponante do meio pode resultar em alterações na microbiota (Langhout et al, 1999), alterando as proporções de ácidos orgânicos produzidos. Observamos que em função da mistura de acidificantes utilizado neste estudo, especialmente as quantidades de ácido propiônico e butírico, ausentes nas misturas de acidificantes utilizadas, foram alteradas, indicando uma alteração na microbiota no intestino delgado.

Os níveis de ácidos graxos voláteis pode ser um indicativo para monitorar a população microbiana no intestino, visto que estes são produtos da fermentação microbiana (Taylor 2002). O ácido acético atua negativamente sobre o desenvolvimento de enterobactérias (van der Wielen et al., 2000). As misturas de acidificantes utilizadas resultaram em diferentes padrões de concentração de ácidos orgânicos, indicando que atuam em diferentes grupos de bactérias.

A absorção dos ácidos orgânicos não é influenciada pela presença de sais biliares e micelas (Westergaard e Dietschy, 1976). Ela ocorre na forma não protonada, solúvel em lipídios, mas depende da concentração deles no lúmen intestinal (Bugaut, 1987). No intestino delgado das aves o pH não é constante, variando de 6,4 no duodeno, 6,6 no jejuno e 7,2 no íleo (Sturkie, 1986). Isso implica que os ácidos devem estar dissociados. No entanto, sítios de pH ácido

na superfície da parede intestinal permitem pH adequado para presença da forma não protonada e conseqüente absorção (Rechkemmer et al., 1988).

No presente trabalho, é verificada grande capacidade de absorção dos ácidos acético, propiônico, butírico e láctico no duodeno visto que ocorre grande redução destes a partir do jejuno e no íleo. Os níveis destes ácidos carboxílicos observados são similares aos observados por outros trabalhos (Langhout et al., 2000; van der Wielen et al., 2000; Zhang et al., 2003; Wang et al., 2005;).

## CONCLUSÕES

Com base nas respostas obtidas e nas condições deste trabalho experimental pode-se concluir:

1. a suplementação de misturas de ácidos orgânicos nas dietas de frangos de corte teve resposta tão eficientes quanto a suplementação de antibióticos promotores de crescimento na manutenção do desempenho das aves; a suplementação de misturas de ácidos orgânicos nas dietas de frangos de corte teve respostas superiores a ausência de antibióticos promotores de crescimento no desempenho das aves; a suplementação de misturas de ácidos orgânicos apresentou resposta semelhante a suplementação dos antibióticos promotores de crescimento na morfologia intestinal das aves;

2. a dose de misturas de ácidos orgânicos suplementada na fase pré-inicial afeta o desempenho animal nas fases inicial e crescimento;

3. a suplementação de misturas de acidificantes nas dietas de frangos de corte resultou em melhoria na morfologia intestinal de frangos de corte; as misturas de acidificantes utilizadas tem respostas distintas no desempenho animal e na morfologia intestinal;

4. a concentração de ácidos é mantida praticamente constante em cada uma das secções intestinais, os níveis de ácidos das secções intestinais

estão inversamente relacionados a concentração dos ácidos nas diferentes secções intestinais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C.A. **Nutricines**: Food components in health and nutrition. Nottingham: Nottingham University Press, 1999. cap. 3: Antimicrobial Nutricines in Food Safety.

ANDERSON, D.B.; MCCRACKEN, V.J.; AMINOV, R.I.; SIMPSON, J.M.; MACKIE, R.I.; VESTEGEN, M.W.A.; GASKINS, H.R. **Pig News and Information**: Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. Wallingford: CABI International, 1999. p.115N-122N.

ANDRYS, R.; KLECKER, D.; ZEMAN, L.; MARECEK, E. The effect of changed pH values of feed in isophosphoric diets on chicken broiler performance. **Journal of Animal Science**, Stanford, v.48, p.197-206, 2003.

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

AUMAITRE, A.; PEINIAU, J.; MADEC, F. **Pig News and Information**: Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. London: CAB International, 1995. p.73N-79N.

BELLAVER, C.; SCHEUERMANN, G. Aplicações dos Ácidos Orgânicos a Produção de Aves de Corte. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 3., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/palestras.htm>> Acesso em: 15 jun. 2005.

BUGAUT, M. Occurrence, absorption and metabolism of short chain fatty acids in the digestive tract of mammals. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Edimburgh, v.86B, n.3, p.439-472, 1987.

BURNELL, T.W.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Stanford, v.66, p.1100-1108, 1988.

CHAVEERACH, P.; KEUZENKAMP, D.A.; LIPMAN, L.J.A.; VAN KNAPENT, F. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter*

infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological changes. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.330-334, 2004.

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

CLAYTON, E.H.; BLAKE, R.J. Possible errors in the analysis of lactic acid and volatile fatty acids in the gastrointestinal tracts of pigs and chicks. **Applied and Environmental Microbiology**, London, v.71, n.4, p.2206-2207, 2005.

COATES, M.E.; DAVIES, M.K.; KON, S.K. The effect of antibiotics on intestine of the chick. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.9, p.110-119, 1955.

COATES, M.E.; FUELLER, R.; HARRISON, G.F.; LEV, M.; SUFFOLK, S.F. Comparison of the growth of chicks in the Gustafsson germ-free apparatus and in a conventional environment, with and without dietary supplements of penicillin. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.17, p.141-151, 1963.

COLE, D.J.A.; BEAL, R.M.; LUSCOMBE, N.D.A. The effect on performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pigs. **The Veterinary Record**, London, v.83, p.459-464, 1968.

COMMISSION ON ANTIMICROBIAL FEED ADITIVES. Antimicrobial Feed Aditives. Report from the commission on antimicrobial feed additives, 1997, Stockholm. SOU 1997:132: Fritzes, 1997. 132p. Disponível em: <<http://www.sweden.gov.se/sb/d/108/a/13415;jsessionid=aS8G2fxyl98>> Acesso em: 20 ago. 2005.

CRANWELL, P.D. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: VALEY, MA (Ed.) **The neonatal pig: development and survival**. Wallingford: CAB International, 1995. p.99-154.

CURI, R.; BOND, J.A.; CALDER, P.C.; NEWSHOLME, E.A. Propionate regulates lymphocyte proliferation and metabolism. **General Pharmacology**, Ohio, v.24, n.3, p.591-597, 1993.

DANMAP 2004. **Consumption of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animal, foods and humans in Denmark**. Stevens Serum Institute, Danish Veterinary & Food Administration, Danish Medicines Agency and Danish Veterinary Laboratory Copenhagen, Soborg, 2004. 95p. Disponível em: <[http://www.keepantibioticsworking.com/new/resources\\_library.cfm?refID=76188](http://www.keepantibioticsworking.com/new/resources_library.cfm?refID=76188)> Acesso em: 10 jul. 2004.

DASKIRAN, M.; TEETER, R.G.; VANHOOSER, S.L.; GIBSON, M.L.; ROURA, E. Effect of dietary acidification on mortality rates, general performance, carcass



characteristics, and serum chemistry of broilers exposed to cycling high ambient temperature stress. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v.13, p.605-613, 2004.

DENLI, M.; OKAN, F.; ÇELİK, K. Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v.2, n.2, p.89-91, 2003.

DEPLANCKE, B.; GASKINS, H.R. Microbial modulation of innate defense: goblet cells and the intestinal mucus layer. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.73, p.1131S-1141S, 2001. Supplement.

DIBNER, J.J.; RICHARDS, J.D. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.634-643, 2005.

DIBNER, J.J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.11, p.453-463, 2002.

DIBNER, J.J.; KITCHELL, M.L.; ATWELL, C.A.; IVEY, F.J. The effect of dietary ingredients and age on the microscopic structure of the gastrointestinal tract in poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.5, n.1, p.70-77, 1996.

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, EC Regulation n.1831/2003 of the of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal**, Berlin, v.192, p.0034-0034  
Disponível em:  
<[http://www.eu.int/.../sga\\_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&numdoc=32001L0029&model=guichett&lg=en - 101k](http://www.eu.int/.../sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&numdoc=32001L0029&model=guichett&lg=en - 101k)> Acesso em: 29 mai. 2004.

EDMONDS, M.S.; IZQUIERDO, O.A.; BAKER, D.H. Feed additive studies with newly weaned pigs: efficacy of supplemental copper, antibiotics and organic acids. **Journal of Animal Science**, Stanford, v.60, p.462-469, 1985.

EIDELSBURGER, U. Feeding short-chain fatty acids to pigs. In: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. (Ed.) **Recent Developments in Pig Nutrition 3**. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. 553p.

FLEMING, S.E. Influence of dietary fiber on the production, absorption or excretion of short chain fatty acids in humans. In: SPILLER, G. A. (Ed.) **CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 387-412.

FLEMING, S.E.; CHOI, S.Y.; FITCH, M.D. Absorption of short-chain fatty acids from the rat cecum in vivo. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.121, p.1787-1797, 1991.

FOSTER, J.W. When protons attack: microbial strategies of acid adaptation. **Current Opinion in Microbiology**, Oxford, v.2, p.170-174, 1999.

FRANCO, L.D.; FONDEVILA, M.; LOBERA, M.B.; CASTRILLO, C. Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents and their response on digestibility. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v.89, p.88-93, 2005.

FRANKEL, W.L.; ZHANG, W.; SINGH, A.; KLURFELD, D.M.; DON, S.; SAKATA, T.; MODLIN I.; ROMBEAU, J.L. Mediation of the trophic effects of short-chain fatty acids on the rat jejunum and colon. **Gastroenterology**, New York, v.106, p.375-380, 1994.

FRANTI, C.E.; JULIAN, L.M.; ADLER, H.E.; WIGGINS, A.D. Antibiotic growth promotion: Effects of zinc bacitracin and oxitetracycline on digestive, circulatory, and excretory systems of New Hampshire cockerels. **Poultry Science**, Champaign, v.51, p.1137-1145, 1972.

GABERT, V.M.; SAUER, W.C.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F.; MONSENTHIN, R. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial populations and metabolites in the small intestine of weanling pigs fed semipurified fish meal diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.75, p.615-623, 1995.

GASKINS, H.R. Intestinal bacteria and their influence on swine growth. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Ed.) **Swine Nutrition**. 2ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 585–608.

GAUTHIER, R. Intestinal Health, the key to productivity (The case of organic acids). In: PRECONGRESSO CIENTIFICO AVICOLA IASA; **CONVENCION ANECA-WPDC**, 27., México, 2002. p.424.

GIGER-REVERDIN, S.; DUVAUX-PONTER, C.; SAUVANT, D.; MARTIN, O.; PRADO, I.N.; MÜLLER, R. Intrinsic buffering capacity of feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.96, p.83-102, 2002.

HARADA, E.; KIRIYAMA, H.; KOBAYASHI, E.; TSUCHITA, H. Postnatal development of biliary and pancreatic exocrine secretion in piglets. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v.91A, p.43-51, 1988.

HART, E.B. Use of sulfasuxidine, streptothricin and streptomycin in nutritional studies with the chick. **Journal Biology Chemistry**, Baltimore, v.165, p.437-44, 1946.

HART, A.; STAAG, L.A.J.; FRAME, M.; GRAFFNER, H.; GLISE, H.; FALK, P.; KAMM, M.A. The role of the gut flora in health and disease, and its modification as therapy. **Alimentary Pharmacology Therapeutics**, Oxford, v.16, p.1383-1393, 2002. (Review article)

HEDEGAARD, A. Danish approach on swine production with no antibiotics: Feed manufacturing in the Mediterranean region. In: CONFERENCE OF FEED MANUFACTURERS OF THE MEDITERRANEAN, 3., 2001, Zaragoza. **Improving safety, from feed to food**. Reus: CIHEAM-IAMZ, 2001. 235p. (Cahiers Options Méditerranéennes , 54)

HENRIQUE, A.P.F.; FARIA, D.E.; FRANZOLIN, R.; ITO, D.T. Efeito de ácido orgânico, probiótico e antibiótico sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 35., Botucatu, SP, 1998. 1 CD ROM.

HOJBERG, O.; ENGBERG, R.; JENSEN, B.B.; KALDHUSDAL, M.; ELWINGER, K. **SCFA and Lactic acid analysis**. Exercise 4. In: Alternatives to feed antibiotics and anticoccidials in pig and poultry meat production. AFAC Foulum: Swedish Agriculture University and Danish Institute of Agricultural Sciences, 2002. Disponível em: <<http://www.afac.slu.se/PhDcourse/scfa.pdf>> Acesso em: 22 fev. 2006.

HOLTUG, K.; RASMUSSEN, S.H.; MORTENSEN, P.B. An in vitro study of short-chain fatty acid concentrations, production and absorption in pig (*Sus Scrofa*) colon. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v.103A, n.1, p.189-197, 1992.

IZAT, A.L.; ADAMS, M.H.; GABEL, M.C.; COLBERG, M.C.; REIBER, M.A.; SKINNER, J.T.; WALDROUP, P.W. Effects of formic acid or calcium formate in feed on performance and microbial characteristics of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.69, p.1876-1882, 1990b.

IZAT, A.L.; TIDWELL, N.M.; THOMAS, R.A.; REIBER, M.A.; THOMAS, M.H.; COLBERG, M.; WALDROUP, P.W. Effects of buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on microflora of the intestine and carcass. **Poultry Science**, Champaign, v.69, p.818-826, 1990a.

JIN, L.Z.; HO, Y.W.; ABDULLAH, N.; ALI, M.A.; JALALUDIN, S. Effects of adherent *Lactobacillus* cultures on growth, weight of organs and intestinal microflora and volatile fatty acids in broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.70, p.197-209, 1998.

JONES, F.T.; RICKE, S.C. Observations on the history of the development of antimicrobials and their use in poultry feeds. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.613-617, 2003.

JORGENSEN, L.; BOES, J. **Benzoic acid and lactic acid+ formic acid for weaners**. Copenhagen: The National Committee for Pig Production, 2004. (Report 677)

JUKES, T.H.; STOCKSTAD, E.L.R.; TAYLOR, R.R.; COMBS, T.J.; EDWARDS H.M.; MEADOWS G.B. Growth Promotong effect of aureomycin on pigs. **Archives of Biochemestry**, New York, v.26, p.324-330, 1950.

JUNG, H.; BOLDUAN, G. Zur Wirkung unterschiedlicher mineralstoffanteile in der ration des absetzferkels. **Mhertz Veterinär Medizin**, Berlin, v.41, p.50-52, 1986.

HUME, I.D.; KARASOV, W.H.; DARKEN, B.W. Acetate, butyrate and praline uptake in the caecum and colon of prairie voles (*Microtus ochrogaster*). **Journal of Experimental Biology**, London, v.176, p.285-297, 1993.

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

KIRCHGESSNER, M.; ROTH, F.X. Energy value of organic acids in the rearing of piglets and the fattening of pigs. **Übersichten zur Tierernährung**, Berlin, v.16, p.93-108, 1988.

KRAUSE, D.O.; HARRISON, P.C.; EASTER, R.A. Characterization of nutritional interactions between organic acids and inorganic bases in the pig and chick. **Journal of Animal Science**, Champaing, v.72, p.1257-1262, 1994.

LANGHOUT, D.J.; SCHUTE, J.B.; VAN LEEUWEN, P.; WIEBENGA, J.; TAMMINGA, S. Effect of dietary high- and low-methylated citrus on the activity of ileal microflora and morphology of small intestinal wall of broiler chicks. **British Poultry Science**, London, v.40, p.340-347, 1999.

LANGHOUT, D.J.; SCHUTTE, J.B.; de SONG, J.; SLOETJES, H.; VERSTEGEN, M.W.A.; TAMMINGA, S. Effect of viscosity on digestion of nutrients in conventional and germ-free chicks. **British Journal of Nutrition**, London, v.83, p.533-540, 2000.

LARBIER, M.; LECLERQ, B. Intake of food and water. **Nutrition and Feeding of Poultry**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.101-118.

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

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.A.; COX, M.M. **Principles of Biochemistry**, New York: Worth Publishers, 1993. 576p.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; LAURENTIZ, A.C.; ZANELLA, I. Efeito do nível de energia e ácidos orgânicos em dietas iniciais de frangos de corte. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 39., 2002, Recife, PE. 1 CD ROM.

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**, Curitiba, v.9, n.1, p.31-37, 2004.

MAKAR, A.B.; TEPHLY, T.R.; SAHIN, G.; OSWEILER, G. Formate metabolism in young swine. **Toxicology and Applied Pharmacology**, New York, v.105, p.315-320, 1990.

MAKING, C.A.; BERNTSEN, P.J.M.; OP DEN KAMP, M.L.; KEMP, B.; VERSTEGEN, M.W.A. Gastric breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein sources in newly weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, p.2843-2850, 1994a.

MARIBO, H.; OLSEN, L.E.; JENSEN, B.B.; MIQUEL, N. Produkter til smågrise: kombinationen af mælkesyre og myresyre og benzoesyre. **Landsudvalget for Svin**. Danske Slagterier: Medelese, 2000. n.490. 13p.

MATEOS, G.G., LAZARO, R.; MEDEL, P. Feeding strategies for intensive livestock production without in feed antibiotic growth promoters. In: **III Conference on Sow Feed Manufacturing in the Mediterranean Region**, Réus: Espanha, 2000. 20p.

MERREL, D.S.; CAMILLI, A. Acid tolerance of gastrointestinal pathogens. **Current Opinion in Microbiology**, Oxford, v.5, p.51-55, 2002.

MOORE, P.R.; EVASION A.; LUCKEY T.D.; MCCOY E.; ELVEHJAM C.A.; HART, E.B. Use of sulfasuxidine, streptothricin and streptomycin in nutritional studies with the chick. **Journal Biology Chemistry**, Baltimore, v.165, p.437-44, 1946.

MORAN, E.T. **Comparative Nutrition of Fowl & Swine the Gastrointestinal Systems**: Small intestine-liver-pancreas complex. Guelph: University Press, 1982. 253p.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; PARTANEN, K.H.; VREMAN, K.; KEMME, P.A.; KOGUT, J. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on diet buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, p.2622-2632, 2000.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **The use of drugs in food animals: Benefits and Risks**. Committee on Drug Use in Food Animals. Panel on animal

Health, Food Safety, and Public Health. Washington: National Academic Press, 1998. 153p.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, Champaign, v.74, p.366-373, 1995.

NÚÑEZ, M.C.; BUENO, J.D.; AYUDARTE, M.V.; ALMENDROS, A.; RÍOS, A.; SUÁREZ, M.D.; GIL, A. Dietary restriction induces biochemical and morphometric changes in the small intestine of nursing piglets. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.126, n.8, p.933-944, 1996.

OSTLING, C.E.; LINDGREN, S.E. Inhibition of enterobacteria and *Listeria* growth by lactic, acetic and formic acids. **Journal of Applied Bacteriology**, London, v.75, n.1, p.18-24, 1993.

PAAVILAINEN, S.; KORPELA, T. Comparison of high-performance liquid and gas chromatography in the determination of organic acids in culture media of alkaliphilic bacteria. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v.634, p.273-280, 1993.

PARTANEN, K. Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs. In: PIVA, A.; KNUDESEN, K.E.B; LINDBERG, J.E. (Eds.) **Gut Environment of Pigs**. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. p.201-217.

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

PATTEN, J.D.; WALDROUP, P.W. Use of organic acids in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v.67, p.1178-1182, 1988.

PAUL, G.; WINDHOLTZ, S.M.; LEAHY, D.S. **The Merck Index: An Encyclopedia of chemicals and drugs**. 8. ed. New Jersey: Merck, 1973.

PEREZ, R.; STEVENSON, F.; JOHNSON, J.; MORGAN, M.; ERICKSON, K.; HUBBARD, N.E.; MORAND, L.; RUDICH, S.; KATZNELSON, S.; GERMAN, J.B. Sodium butyrate upregulates cell PGE<sub>2</sub> production and modulates immune function. **Journal of Surgical Research**, New York, v.78, p.1-6, 1998.

PETRY, A. Aspects of quality assurance in European feed production. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUINOS E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2002. p.239-250.

PINCHASOV, Y.; ELMALIAH, S. Broiler chick responses to anorectic agents: 1. dietary acetic and propionic acids and the digestive system. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, New York, v.48, n.2, p.371-376, 1994.

PIVA, A.; CASADEI, G.; BIAGI, G. An organic acid blend can modulate swine intestinal fermentation and reduce microbial proteolysis. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.82, p.527-532, 2002.

PROPHET, E.B.; MILLS, B.; ARRINGTON, J.B.; SOBIN, L.H. **Laboratory Methods in Histotechnology**. Armed Forces Institute of Pathology. Washington, DC, 1992. 567p.

RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; MARTINEZ-AMEZCUA, C.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H.; SNOW, J. Citric acids improves phytate phosphorus utilization in crossbred and commercial broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1370-1375, 2005 b.

RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; PARSONS, C.M.; JUNGKT, R.A. The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1356-1362, 2005 a.

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.

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.

RECHKEMMER, G.; RÖNNAU, K; ENGELHARDT, W.V. Fermentation of polisaccharides and absorption of short chain fatty acids in the mammalian hindgut. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v.90A, n.4, p.563-568, 1988.

RICHARDSON, A.J.; CALDER, A.G.; STEWART, C.S.; SMITH, A. Simultaneous determination of volatile and non-volatile acidic fermentation of anaerobes by capillary gas chromatography. **Letters in Applied Microbiology**, Cardiff, v.9, p.5-8, 1989.

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

RISLEY, C.R; KORNEGAY, E.T; LINDEMAN, M.D.; WOOD, C.M.; EIGEL, W.N. Effect of feeding organic acids on selected intestinal content measurements at varying times postweaning in pigs. **Journal of Animal Sciences**, Champaign, v.70, p.196-206, 1992.

RISLEY, C.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D.; WEAKLAND, S.M. Effects of organic acids with and without a microbial culture on performance and gastrointestinal tract measurements of weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.35, p.259-270, 1991.

RODRIGUEZ-PALENZUELA, P. Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 16., 2000, Barcelona. **Avances in Nutrición y Alimentación Animal**. Barcelona: FEDNA, 2000. p.155-167.

RUPPIN, H.; MEIR, S.; SOERGEL, K.H.; WOOD, C.M.; SCHMITT, M.G. Absorption of short chain fatty acids by the colon. **Gastroenterology**, New York, v.78, p.1500-1507, 1980.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária, 2000. 141p.

ROTH, F.X. Ácidos orgánicos en nutrición porcina: eficacia y modo de acción. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 16., 2000, Barcelona. **Avances in Nutrición y Alimentación Animal**. Barcelona: FEDNA, 2000. p.169-181.

RUSSELL, J.B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.73, p.363-370, 1992.

SAKATA, T. Chemical and physical trophic effects of dietary fibre on the intestine of monogastric animals. In: BURACZEWSKA, L.; BURACZEWSKI, S.; PASTUSZEWSKA, B.; ZEBROWSKA, T. (Eds.) **Digestive Physiology in the pig**. Jablonna: Polish Academy of Sciences, 1988. p.128-135.

SAKATA, T. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fiber, gut microbes and luminal trophic factors. **British Journal of Nutrition**, London, v.58, n.95, p.95-103, 1987.

SAS. **SAS/STAT™ User Guide for personal computers**. 6 ed. North Carolina: SAS Institute Inc., 2001. 960p.

SCHWARZ, S.; KEHRENBURG, C.; WALSH, T.R. Use of antimicrobial agents in veterinary medicine and food animal production. **International Journal of Antimicrobial Agents**, Charity, v.17, p.431-37, 2001.

SHIMOTOYODOME, A.; MEGURO, S.; HASE, T.; TOKIMITSU, I.; SAKATA, T. Short chain fatty acids but not lactate or succinate stimulate mucus release in the rat colon. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Edinburgh, Part A, v.125, p.525-531, 2000.

SNOW, J.L.; BAKER, D.H.; PARSONS, C. Phytase, citric acid, and 1- $\alpha$ -hidroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.1187-1192, 2004.



SOLOMONS, G. FRYHLE, C. **Química Orgânica**. 7. ed., Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2002. v.1 e 2.

SRILAORKUL, S.; OZIMECK, L.; WOLFE, F.; DZIUBA, J. The effect of ultrafiltration on physicochemical properties of retentate. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Alberta, v.22, p.56-62, 1989.

STURKIE, P.D. **Avian Physiology**. 4. ed. New York: Springer-Verlag, 1986. 516p.

SUN, X.; MCELROY, A.; WEBB JR., K.E.; SEFTON, A.E.; NOVAK, C. Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1294-1302, 2005.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**, Champaign, v.78, p.215-22, 1999.

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. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.4, p.371-375, 2004.

van der WIELEN, P.W.J.J.; BIERSTERVELD, S.; OTERMANS, S.; HOFSTRA, H.; URLINGS, B.A.P.; van KNAPEN, F. Role of volatile fatty acids in development of the cecal microflora in broiler chickens during growth. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.66, n.6, p.2536-2540, 2000.

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

van WINSEN, R.L.; URLINGS, B.A.P.; LIPMAN, L.J.A.; SNIJDERS, J.M.A.; KEUZENKAMP, D.; VERHEIDJDEN, J.H.M.; van KNAPEN, F. Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tract of pigs. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.67, n.7, p.3071-3076, 2001.

VATTAY, P.; FEIL, W.; KLIMESCH, S.; WENZL, E.; STARLINGER, M.; SCHIESSEL, R. Acid stimulated secretion in the rabbit duodenum is passive and correlates with mucosal damage. **Gut**, London, v.29, p.284-290, 1988.

WISEK, W.J. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.46, p.1447-1469, 1978.

von ENGELHARDT, W.; RÖNNAU, K.; RECHKEMMER, G.; SAKATA, T. Absorption of short-chain fatty acids and their role in the hindgut of monogastric

animals. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.23, p.43-53, 1989.

WANG, Z.R.; QIAO, S.Y.; LU, W.Q.; LI, D.F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.875-881, 2005.

WESTERGAARD, H.; DIETSCHY, J.M. The mechanism whereby bile acid micelles increase the rate of fatty acid and cholesterol uptake into the intestinal mucosal cells. **The Journal of Clinical Investigation**, New York, v.58, p.97-108, 1976.

WIERUP, M. The control of microbial diseases in animals: alternatives to the use of antibiotics. **International Journal of Antimicrobial Agents**, Champaign, v.14, p.315-319, 2000.

WILANS, P.E.V. Animal production and European pollution problems. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.53, p.135-144, 1995.

YANG, M.H.; CHOONG, Y.M. A rapid gas chromatographic method for direct determination of short-chain (C<sub>2</sub>-C<sub>12</sub>) volatile organic acids in foods. **Food Chemistry**, Cambridge, v.75, p.101-108, 2001.

ZHANG, W.F.; LI, D.F.; LU, W.Q.; YI, G.F. Effects of isomalto-oligosaccharides on broiler performance and intestinal microflora. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.657-663, 2003.

ZOBAC, P.; KUMPRECHT, I.; SUCHY, P.; STRAKOVÁ, E.; BROZ, J.; HEGER, J. Influence of L-lactic acid on the efficacy of microbial phytase in broiler chickens. **Czech Journal of Animal Science**, Praha, v.49, n.10, p.436-443, 2004.

## **APÊNDICES**

## Normas para preparação de trabalhos científicos submetidos à publicação na Revista Brasileira de Zootecnia

As normas também podem ser obtidas por intermédio do endereço eletrônico da RBZ ([rsbz@ufv.br](mailto:rsbz@ufv.br)) A fim de prestigiar a comunidade científica nacional, é importante que os autores esgotem as informações disponíveis na literatura brasileira, principalmente aquelas já publicadas na Revista Brasileira de Zootecnia.

### Instruções gerais

Os artigos científicos devem ser originais e submetidos em três vias (uma original e duas cópias) e um disquete 3,5", juntamente com uma carta de encaminhamento, que deve conter e.mail, endereço e telefone do autor responsável e área selecionada de publicação (Aqüicultura, Forragicultura, Melhoramento, Genética e Reprodução, Monogástricos, Produção Animal e Ruminantes). Nas cópias devem ser omitidos o nome dos autores, local onde se realizou o trabalho e o rodapé. Deve-se evitar o uso de termos regionais ao longo do texto. O autor deverá apresentar, anexo ao artigo, um comprovante de depósito, no valor de R\$25,00 (vinte e cinco reais), referente ao pagamento da taxa de tramitação, que deverá ser efetuado na conta da Sociedade Brasileira de Zootecnia (ag: 1226-2; conta: 90854-1; Banco do Brasil). Uma vez aprovado o artigo, no ato da publicação, será cobrado o pagamento de páginas editadas excedentes. O Editor Chefe e o Conselho Científico, em casos especiais, têm o direito de decidir sobre a publicação do artigo. Língua: português ou inglês Formatação de texto: times new roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente. Pode conter até 25 páginas, numeradas

sequencialmente em algarismos arábicos. As páginas devem apresentar linhas numeradas.

### Estrutura do artigo

Geral: o artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem:

Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimento e Literatura Citada.

Cabeçalhos de 3ª ordem devem ser digitados em caixa baixa, parágrafo único e itálico. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

Título: deve ser preciso e informativo. Quinze palavras são o ideal e 25, o máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, no qual somente a primeira letra de cada palavra deve ser maiúscula (Ex.: Valor Nutritivo da Cana-de-Açúcar para Bovinos em Crescimento). Quando necessário, indicar a entidade financiadora da pesquisa, como primeira chamada de rodapé numerada.

Autores: no ato da publicação, todos os autores devem estar em dia com a anuidade da SBZ, exceto co-autores que não militam na área zootécnica, como estatísticos, químicos, biólogos, entre outros, desde que não sejam o primeiro autor. Todavia, no processo de tramitação, basta um autor estar quite com a anuidade do ano corrente.

No original, devem ser listados com o nome completo, em que somente a primeira letra de cada palavra deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto), centralizado e em negrito. Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto).

Digitá-los separados por vírgula, com chamadas de rodapé numeradas e em sobrescrito, que indicarão o cargo e o endereço profissional dos autores (inclusive endereço eletrônico).

Resumo: deve conter entre 150 e 300 palavras. O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por RESUMO, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

Abstract: deve aparecer obrigatoriamente na segunda página. O texto deve ser justificado e digitado em espaço 1,5, começando por ABSTRACT, em parágrafo único, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda. Deve ser redigido em inglês, refletindo fielmente o RESUMO.

Palavras-chave e Key Words: apresentar até seis (6) palavras-chave e

Key Words imediatamente após o RESUMO e ABSTRACT, em ordem alfabética, que deverão ser retiradas exclusivamente do artigo como um todo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final.

Tabelas e Figuras: são expressas em forma bilíngüe (português e inglês), em que o correspondente expresso em inglês deve ser digitado em tamanho menor e italizado. Devem ser numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto.

Citações no texto: as citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação.

Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al. Literatura Citada

Geral: é normalizada segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 6023), à exceção das exigências de local dos periódicos. Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto e vírgula e naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. O termo et al. não deve ser italizado e nem precedido de vírgula.

Deve ser redigida em página separada e ordenada alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es).

Os destaques deverão ser em negrito e os nomes científicos, em itálico. Indica-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes. Digitá-las em espaço simples e formatá-las segundo as seguintes instruções: no menu FORMATAR, escolha a opção PARÁGRAFO...ESPAÇAMENTO...ANT ES...6 pts.

Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva (a entidade é tida como autora) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. 12.ed. Washington, D.C.: 1975. 1094p.

#### Livros

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. Beef cattle. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

#### Teses e Dissertações

Deve-se evitar a citação de teses, procurando referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASTRO, F.B. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989. 123p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989.

#### Boletins e Relatórios

BOWMAN, V.A. Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine. (S.L.): Virginia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133- 141 (Research division report, 175).

#### Capítulos de livro

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

#### Periódicos

RESTLE, J.; VAZ, R.Z.; ALVES FILHO, D.C. et al. Desempenho de vacas Charolês e Nelore desterneiradas aos três ou sete meses. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.2, p.499-507, 2001.

Congressos, reuniões, seminários etc  
CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

Citação de trabalhos publicados em CD ROM

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares

de Panicum maximum em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999] 17par. CD-ROM. Forragicultura. Avaliação com animais. FOR-020.

Na citação de material bibliográfico obtido via internet, o autor deve procurar sempre usar artigos assinados, sendo também sua função decidir quais fontes têm realmente credibilidade e confiabilidade.

Citação de trabalhos em meios eletrônicos Usenet News

Autor, < e-mail do autor, "Assunto", "Data da publicação", <newsgroup (data em que foi acessado)

E.mail

Autor, < e-mail do autor. "Assunto", Data de postagem, e-mail pessoal, (data da leitura) Web Site Autor [se conhecido], "Título"(título principal, se aplicável), última data da revisão [se conhecida], <URL (data em que foi acessado)

FTP

Autor [se conhecido] "Título do documento"(Data da publicação) [se disponível], Endereço FTP (data em que foi acessado)

Gopher

Autor [se conhecido] "Título do documento", Qualquer informação sobre o documento impressa [se aplicável], Endereço Gopher (data em que foi acessado).

**Apêndice 1.** Análise de variância para a variável peso inicial de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.29269972	0.05853994	0.53	0.7531
Erro	42	4.64876033	0.11068477		
Total	47	4.94146006			

**Apêndice 2.** Análise de variância para a variável peso aos 7 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	280.544232	56.108846	2.73	0.0335
Erro	42	781.748986	20.572342		
Total	47	1062.293218			

**Apêndice 3.** Análise de variância para a variável peso aos 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	56961.4672	11392.2934	7.38	<.0001
Erro	42	63277.9534	1543.3647		
Total	47	120239.4206			

**Apêndice 4.** Análise de variância para a variável peso 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	46039.0140	9207.8028	4.78	0.0018
Erro	42	71201.5717	1924.3668		
Total	47	117240.5858			

**Apêndice 5.** Análise de variância para a variável ganho de peso de 1 a 7 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	280.995033	56.199007	2.73	0.0003
Erro	42	782.671283	20.596613		
Total	47	1063.666316			

**Apêndice 6.** Análise de variância para a variável ganho de peso de 7 a 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	53356.1259	10671.2252	6.27	0.0002
Erro	42	69804.2544	1702.5428		
Total	47	123160.3803			

**Apêndice 7.** Análise de variância para variável ganho de peso 21 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	74274.4149	14854.8830	4.21	0.0035
Erro	42	148371.7112	3532.6598		
Total	47	222646.1261			

**Apêndice 8.** Análise de variância para a variável ganho de peso de 1 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	46391.5029	9278.3006	3.67	0.0079
Erro	42	101092.2023	2527.3051		
Total	47	147483.7052			

**Apêndice 9.** Análise de variância para a variável consumo de alimento de 1 a 7 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	794.709604	158.941921	5.39	0.0008
Erro	42	1119.992096	29.473476		
Total	47	1914.701700			

**Apêndice 10.** Análise de variância para a variável consumo de alimento de 7 a 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	100342.4332	20068.4866	2.49	0.0458
Erro	42	337898.0048	8045.1906		
Total	47	438240.4380			



**Apêndice 11.** Análise de variância para a variável consumo de alimento de 21 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	322088.014	64417.603	3.53	0.0096
Erro	42	748577.474	18257.987		
Total	47	1070665.488			

**Apêndice 12.** Análise de variância para a variável consumo de alimento de 1 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	153561.843	30712.369	1.30	0,0517
Erro	42	966508.196	23573.371		
Total	47	1120070.039			

**Apêndice 13.** Análise de variância para a variável Conversão alimentar de 1 a 7 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.01712924	0.00342585	3.08	0.0201
Erro	42	0.04115098	0.00111219		
Total	47	0.05828022			

**Apêndice 14.** Análise de variância para a variável conversão alimentar de 7 a 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.03334270	0.00666854	0.29	0,0006
Erro	42	0.90430545	0.02260764		
Total	47	0.93764815			

**Apêndice 15.** Análise de variância para a variável conversão alimentar de 21 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.11672681	0.02334536	2.62	0.0392
Erro	42	0.34797868	0.00892253		
Total	47	0.46470549			

**Apêndice 16.** Análise de variância para a variável conversão alimentar de 1 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.03177549	0.00635510	1.20	0.1903
Erro	42	0.20126302	0.00529640		
Total	47	0.23303851			

**Apêndice 17.** Análise de variância para a variável consumo médio de água de 1 a 7 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	8135.01498	1627.00300	2.08	0.0876
Erro	42	32931.66688	784.08731		
Total	47	41066.68185			

**Apêndice 18.** Análise de variância para a variável consumo médio de água de 7 a 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	152861.3593	30572.2719	3.42	0.0111
Erro	42	375714.3692	8945.5802		
Total	47	528575.7285			

**Apêndice 19.** Análise de variância para a variável consumo médio de água de 21 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	124391.908	24878.382	0.86	0.5135
Erro	42	1210026.576	28810.157		
Total	47	1334418.483			

**Apêndice 20.** Análise de variância para a variável consumo médio de água de 1 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.51091173	0.10218235	3.98	0.0048
Erro	42	1.07777081	0.02566121		
Total	47	47	1.58868254		

**Apêndice 21.** Análise de variância para a variável relação consumo água: consumo ração de 1 a 7 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.51091173	0.10218235	3.98	0.0048
Erro	42	1.07777081	0.02566121		
Total	47	1.58868254			

**Apêndice 22.** Análise de variância para a variável relação consumo água: consumo ração de 7 a 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.50593882	0.10118776	4.06	0.0043
Erro	42	1.04797810	0.02495186		
Total	47	1.55391692			

**Apêndice 23.** Análise de variância para a variável relação consumo água: consumo ração de 21 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.08154095	0.01630819	1.74	0.1461
Erro	42	0.39319866	0.00936187		
Total	47	0.47473961			

**Apêndice 24.** Análise de variância para a variável relação consumo água: consumo ração de 1 a 35 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.08154095	0.01630819	1.74	0.1461
Erro	42	0.39319866	0.00936187		
Total	47	0.47473961			

**Apêndice 25.** Análise de variância para a variável peso relativo do intestino delgado aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	3.19289136	0.63857827	3.22	0.0157
Erro	42	7.73018884	0.19820997		
Total	47	10.92308020			

**Apêndice 26.** Análise de variância para a variável peso relativo do intestino delgado aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	1.82703207	0.36540641	1.18	0.3346
Erro	42	12.67335895	0.30910632		
Total	47	14.50039102			

**Apêndice 27.** Análise de variância para a variável peso relativo do duodeno aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.31081090	0.06216218	2.86	0.0304
Erro	42	0.69588225	0.02174632		
Total	47	1.00669315			

**Apêndice 28.** Análise de variância para a variável peso relativo do duodeno aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.35243366	0.07048673	1.91	0.1148
Erro	42	1.39974121	0.03683529		
Total	47	1.75217487			

**Apêndice 29.** Análise de variância para a variável peso relativo do jejuno aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	2.53692151	0.50738430	4.45	0.0026
Erro	42	4.44543766	0.11398558		
Total	47	6.98235917			

**Apêndice 30.** Análise de variância para a variável peso relativo do jejuno aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.75125464	0.15025093	1.32	0.2756
Erro	42	4.79344453	0.11412963		
Total	47	5.54469917			

**Apêndice 31.** Análise de variância para a variável peso relativo do íleo aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.28271942	0.05654388	0.47	0.7978
Erro	42	4.95310616	0.12080747		
Total	47	5.23582558			

**Apêndice 32.** Análise de variância para a variável peso relativo do íleo aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.31117911	0.06223582	0.93	0.4714
Erro	42	2.67443243	0.06686081		
Total	47	2.98561154			

**Apêndice 33.** Análise de variância para a variável comprimento do intestino delgado aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	184.881678	36.976336	1.32	0.2802
Erro	42	983.898810	28.111395		
Total	47	1168.780488			

**Apêndice 34.** Análise de variância para a variável comprimento do intestino delgado aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	769.091228	153.818246	0.84	0.5299
Erro	42	6958.824226	183.126953		
Total	47	7727.915455			

**Apêndice 35.** Análise de variância para a variável comprimento do duodeno aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	26.71773183	5.34354637	3.70	0.0094
Erro	42	46.25595238	1.44549851		
Total	47	72.97368421			

**Apêndice 36.** Análise de variância para a variável comprimento do duodeno aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	29.6093750	5.9218750	1.27	0.2936
Erro	42	195.4087500	4.6525893		
Total	47	225.0181250			

**Apêndice 37.** Análise de variância para a variável comprimento do jejuno aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	93.2857143	18.6571429	2.89	0.0264
Erro	42	245.7142857	6.4661654		
Total	47	339.0000000			

**Apêndice 38.** Análise de variância para a variável comprimento do jejuno aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	226.876488	45.375298	1.89	0.1205
Erro	42	864.534226	24.014840		
Total	47	1091.410714			

**Apêndice 39.** Análise de variância para a variável comprimento do íleo aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	93.0000000	18.6000000	1.29	0.2913
Erro	42	490.3750000	14.4227941		
Total	47	583.3750000			

**Apêndice 40.** Análise de variância para a variável comprimento do íleo aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	249.132699	49.826540	0.81	0.5503
Erro	42	2464.177083	61.604427		
Total	47	2713.309783			

**Apêndice 41.** Análise de variância para a variável relação peso: comprimento do intestino delgado aos 7 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.00266201	0.00053240	2.20	0.0760
Erro	42	0.00845665	0.00024162		
Total	47	0.01111866			

**Apêndice 42.** Análise de variância para a variável relação peso: comprimento do intestino delgado aos 21 dias de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.00182723	0.00036545	0.34	0.8842
Erro	42	0.04061534	0.00106882		
Total	47	0.04244257			

**Apêndice 43.** Análise de variância para a variável relação peso: comprimento do duodeno de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes aos 7 dias de idade, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.00889818	0.00177964	1.55	0.1982
Erro	42	0.04246134	0.00114760		
Total	47	0.05135952			

**Apêndice 44.** Análise de variância para a variável relação peso: comprimento do duodeno de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes aos 21 dias de idade, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.02248703	0.00449741	2.01	0.0999
Erro	42	0.08522108	0.00224266		
Total	47	0.10770810			

**Apêndice 45.** Análise de variância para a variável relação peso: comprimento do jejuno de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes aos 7 dias de idade, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.00568773	0.00113755	3.62	0.0085
Erro	42	0.01255662	0.00031392		
Total	47	0.01824434			

**Apêndice 46.** Análise de variância para a variável relação peso: comprimento do jejuno de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes aos 21 dias de idade, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.01273451	0.00254690	1.74	0.1487
Erro	42	0.05713995	0.00146513		
Total	47	0.06987446			

**Apêndice 47.** Análise de variância para a variável relação peso: comprimento do íleo de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes aos 7 dias de idade, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.00123987	0.00024797	0.24	0.9421
Erro	42	0.04224451	0.00103035		
Total	47	0.04348438			

**Apêndice 48.** Análise de variância para a variável relação peso: comprimento do íleo de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes aos 21 dias de idade, experimento 1.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	5	0.01307553	0.00261511	1.19	0.3318
Erro	42	0.08798223	0.00219956		
Total	47	0.10105776			

**Apêndice 49.** Análise de variância para a variável peso inicial de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	Pr> F
Tratamento	7	0.85980544	0.12282935	0.66	0.7067
Erro	40	7.48106061	0.18702652		
Total	47	8.34086605			

**Apêndice 50.** Análise de variância para a variável peso aos 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	Pr> F
Tratamento	7	30.9282804	4.4183258	0.32	0.9406
Erro	40	552.462285	13.811557		
Total	47	583.390565			



**Apêndice 51.** Análise de variância para a variável peso aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	G L	SQ	QM	Valor F	Pr> F
Tratamento	7	4879.84108	697.12015	0.75	0.6333
Erro	40	37287.7143	932.19286		
Total	47	42167.5554			

**Apêndice 52.** Análise de variância para a variável peso aos 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	G L	SQ	QM	Valor F	Pr> F
Tratamento	7	13895.758	1985.1083	0.33	0.9356
Erro	40	240517.30	6012.9325		
Total	47	254413.06			

**Apêndice 53.** Análise de variância para a variável ganho de peso de 1 a 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	97.0719100	13.8674157	1.20	0.3262
Erro	40	463.0238019	11.5755950		
Total	47	560.0957119			

**Apêndice 54.** Análise de variância para a variável ganho de peso de 7 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	4679.71203	668.53029	0.81	0.5804
Erro	40	32816.91991	820.42300		
Total	47	37496.63194			

**Apêndice 55.** Análise de variância para a variável ganho de peso de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	4873.50801	696.21543	0.75	0.6304
Erro	40	37056.74949	926.41874		
Total	47	41930.25750			

**Apêndice 56.** Análise de variância para a variável ganho de peso de 21 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	18961.8956	2708.8422	0.49	0.8367
Erro	40	221506.2547	5537.6564		
Total	47	240468.1503			

**Apêndice 57.** Análise de variância para a variável ganho de peso de 1 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	13981.4295	1997.3471	0.33	0.9341
Erro	40	239872.0106	5996.8003		
Total	47	253853.4401			

**Apêndice 58.** Análise de variância para a variável conversão alimentar de 1 a 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.00694319	0.00099188	2.29	0.0463
Erro	40	0.01731773	0.00043294		
Total	47	0.02426093			

**Apêndice 59.** Análise de variância para a variável conversão alimentar de 7 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.00879004	0.00125572	0.18	0.9886
Erro	40	0.28419598	0.00710490		
Erro	47	0.29298602			
Total					

**Apêndice 60.** Análise de variância para a variável conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.00498579	0.00071226	0.14	0.9938
Erro	40	0.19693657	0.00492341		
Total	47	0.20192237			

**Apêndice 61.** Análise de variância para a variável conversão alimentar de 21 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.08158372	0.01165482	2.09	0.0670
Erro	40	0.22300653	0.00557516		
Total	47	0.30459025			

**Apêndice 62.** Análise de variância para a variável conversão alimentar de 1 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.02843489	0.00406213	1.46	0.2100
Erro	40	0.11143786	0.00278595		
Total	47	0.13987275			

**Apêndice 63.** Análise de variância para a variável consumo de 1 a 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	96.314401	13.759200	0.60	0.7496	
Erro	912.436309	22.810908			
Total	1008.750710				

**Apêndice 64.** Análise de variância para a variável consumo de 7 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	7753.9377	1107.7054	0.25	0.9708
Erro	40	180615.0676	4515.3767		
Total	47	188369.0052			

**Apêndice 65.** Análise de variância para a variável consumo de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	6317.7887	902.5412	0.20	0.9836
Erro	40	180451.2902	4511.2823		
Total	47	186769.0789			

**Apêndice 66.** Análise de variância para a variável consumo de 21 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	120620.5007	17231.5001	1.29	0.2781
Erro	40	532545.2381	13313.6310		
Total	47	653165.7387			

**Apêndice 67.** Análise de variância para a variável consumo de 1 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	151527.7715	21646.8245	1.02	0.4300
Erro	40	846069.4872	21151.7372		
Total	47	997597.2587			

**Apêndice 68.** Análise de variância para a variável consumo médio de água de 1 a 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	1979.48047	282.78292	1.22	0.3130
Erro	40	9248.07606	231.20190		
Total	47	11227.55653			

**Apêndice 69.** Análise de variância para a variável consumo médio de água de 7 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	167999.178	23999.883	0.72	0.6543
Erro	40	1330175.163	33254.379		
Total	47	1498174.340			

**Apêndice 70.** Análise de variância para a variável consumo médio de água de 21 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	224455.438	32065.063	0.26	0.9660
Erro	40	4945367.160	123634.179		
Total	47	5169822.598			

**Apêndice 71.** Análise de variância para a variável consumo médio diário de água de 1 a 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	54.9855686	7.8550812	1.22	0.3130
Erro	40	256.8910017	6.4222750		
Total	47	311.8765703			

**Apêndice 72.** Análise de variância para a variável consumo médio diário de água de 7 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Dependent Variable: CMDAGI CMDAGI

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	857.138662	122.448380	0.72	0.6543
Erro	40	6786.607972	169.665199		
Total	47	7643.746635			

**Apêndice 73.** Análise de variância para a variável consumo médio diário de água de 21 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	1145.18080	163.59726	0.26	0.9660
Erro	40	25231.46510	630.78663		
Total	47	26376.64591			

**Apêndice 74.** Análise de variância para a variável consumo água: consumo dieta de 1 a 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.13355235	0.01907891	1.00	0.4470
Erro	40	0.76481910	0.01912048		
Total	47	0.89837145			

**Apêndice 75.** Análise de variância para a variável consumo água: consumo dieta de 7 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.29230453	0.04175779	0.59	0.7613
Erro	40	2.83866374	0.07096659		
Total	47	3.13096827			

**Apêndice 76.** Análise de variância para a variável consumo água: consumo dieta de 21 a 35 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.25089286	0.03584184	0.35	0.9229
Erro	40	4.04370165	0.10109254		
Total	47	4.29459451			

**Apêndice 77.** Análise de variância para a variável peso da ave aos 21 de idade de frangos de corte alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	95434.6458	13633.5208	1.18	0.3365
Erro	40	462602.1667	11565.0542		
Total	47	558036.8125			

**Apêndice 78.** Análise de variância para a variável comprimento do duodeno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	18.1458333	2.5922619	0.59	0.7611
Erro	40	176.1666667	4.4041667		
Total	47	194.3125000			

**Apêndice 79.** Análise de variância para a variável peso do duodeno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	28.3063667	4.0437667	0.74	0.6430
Erro	40	219.8356000	5.4958900		
Total	47	248.1419667			

**Apêndice 80.** Análise de variância para a variável comprimento do jejuno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	349.979167	49.997024	1.00	0.4478
Erro	40	2006.500000	50.162500		
Total	47	2356.479167			

**Apêndice 81.** Análise de variância para a variável peso do jejuno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	21.8044917	3.1149274	0.35	0.9261
Erro	40	357.4565000	8.9364125		
Total	47	379.2609917			

**Apêndice 82.** Análise de variância para a variável comprimento do íleo de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	486.744792	69.534970	0.90	0.5184
Erro	40	3101.708333	77.542708		
Total	47	3588.453125			

**Apêndice 83.** Análise de variância para a variável peso do íleo de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	104.9378646	14.9911235	1.04	0.4171
Erro	40	574.7743833	14.3693596		
Total	47	679.7122479			

**Apêndice 84.** Análise de variância para a variável comprimento do intestino delgado de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	1459.78646	208.54092	0.97	0.4664
Erro	40	8604.20833	215.10521		
Total	47	10063.99479			

**Apêndice 85.** Análise de variância para a variável peso do intestino delgado de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	262.441198	37.491600	0.76	0.6208
Erro	40	1964.219650	49.105491		
Total	47	2226.660848			

**Apêndice 86.** Análise de variância para a variável peso relativo do duodeno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2, % peso ave.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.65629566	0.09375652	1.79	0.1159
Erro	40	2.09352209	0.05233805		
Total	47	2.74981775			

**Apêndice 87.** Análise de variância para a variável peso relativo do jejuno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2, % peso ave.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.26119529	0.03731361	0.54	0.7969
Erro	40	2.75039760	0.06875994		
Total	47	3.01159289			

**Apêndice 88.** Análise de variância para a variável peso relativo do íleo de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2, % peso ave.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	1.24837618	0.17833945	1.14	0.3587
Erro	40	6.26135388	0.15653385		
Total	47	7.50973006			

**Apêndice 89.** Análise de variância para a variável peso relativo do intestino delgado de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2, % peso ave.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	4.58537769	0.65505396	1.41	0.2278
Erro	40	18.56525800	0.46413145		
Total	47	23.15063569			

**Apêndice 90.** Análise de variância para a variável relação peso do duodeno: comprimento do duodeno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2, % peso ave.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.02210525	0.00315789	0.45	0.8665
Erro	40	0.28282565	0.00707064		
Total	47	0.30493090			



**Apêndice 91.** Análise de variância para a variável relação peso do jejuno: comprimento do jejuno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2, % peso ave.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.01849824	0.00264261	1.04	0.4204
Erro	40	0.10181013	0.00254525		
Total	47	0.12030836			

**Apêndice 92.** Análise de variância para a variável relação peso do íleo: comprimento do íleo de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2, % peso ave.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.02443831	0.00349119	0.60	0.7530
Erro	40	0.23317582	0.00582940		
Total	47	0.25761413			

**Apêndice 93.** Análise de variância para a variável relação peso do intestino delgado: comprimento do intestino delgado de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2, % peso ave.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.00701037	0.00100148	0.47	0.8532
Erro	40	0.08597037	0.00214926		
Total	47	0.09298074			

**Apêndice 94.** Análise de variância para arco seno da variável peso relativo do duodeno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.09259688	0.01322813	0.44	0.8688
Erro	40	1.19367842	0.02984196		
Total	47	1.28627530			

**Apêndice 95.** Análise de variância para arco seno da variável peso relativo do jejuno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.13577583	0.01939655	0.38	0.9114
Erro	40	2.06855489	0.05171387		
Total	47	2.20433072			

**Apêndice 96.** Análise de variância para arco seno da variável peso relativo do íleo de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.42942006	0.06134572	0.72	0.6572
Erro	40	3.41728093	0.08543202		
Total	47	3.84670099			

**Apêndice 97.** Análise de variância para arco seno da variável peso relativo do intestino delgado de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	1.09107060	0.15586723	0.71	0.6605
Erro	40	8.73230608	0.21830765		
Total	47	9.82337668			

**Apêndice 98.** Análise de variância para arco seno da variável relação peso do duodeno: comprimento do duodeno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.02210525	0.00315789	0.45	0.8665
Erro	40	0.28282565	0.00707064		
Total	47	0.30493090			

**Apêndice 99.** Análise de variância para arco seno da variável relação peso do jejuno: comprimento do jejuno de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.01849824	0.00264261	1.04	0.4204
Erro	40	0.10181013	0.00254525		
Total	47	0.12030836			

**Apêndice 100.** Análise de variância para arco seno da variável relação peso do íleo: comprimento do íleo de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.02443831	0.00349119	0.60	0.7530
Erro	40	0.23317582	0.00582940		
Total	47	0.25761413			

**Apêndice 101.** Análise de variância para arco seno da variável relação peso do intestino delgado: comprimento do intestino delgado de frangos de corte aos 21 de idade alimentados com dietas com misturas de acidificantes, experimento 2.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	P>F
Tratamento	7	0.00701037	0.00100148	0.47	0.8532
Erro	40	0.08597037	0.00214926		
Total	47	0.09298074			

## **DADOS ORIGINAIS**

**Dados desempenho animal Experimento 1.**

Tratamento	Peso Médio, g				Ganho de Peso, g/ave		
	1	7	21	35	1 a 7	7 a 21	21 a 35
Controle	44	183	736	2186	139	553	1450
Controle	44	190	710	2090	146	520	1380
Controle	44	192	757	2238	148	565	1481
Controle	44	180	751	2217	136	571	1466
Controle	44	181	874	2183	137	693	1309
Controle	45	176	821	2200	131	645	1379
Controle	44	188	828	2198	144	641	1370
Controle	45	182	853	2225	137	671	1372
Mistura Acidificantes A	44	190	835	2171	146	645	1335
Mistura Acidificantes A	44	188	865	2124	144	676	1259
Mistura Acidificantes A	45	186	904	2181	142	717	1278
Mistura Acidificantes A	45	187	885	2214	143	697	1329
Mistura Acidificantes A	44	186	911	2240	141	726	1329
Mistura Acidificantes A	44	191	874	2190	147	684	1316
Mistura Acidificantes A	44	187	924	2213	143	737	1289
Mistura Acidificantes A	44	186	935	2202	142	748	1267
Mistura Acidificantes B	44	182	886	2173	138	704	1287
Mistura Acidificantes B	44	195	842	2331	151	646	1489
Mistura Acidificantes B	44	194	817	2263	150	623	1447
Mistura Acidificantes B	44	191	818	2106	147	627	1288
Mistura Acidificantes B	44	189	858	2191	145	669	1333
Mistura Acidificantes B	44	180	916	2210	136	736	1294
Mistura Acidificantes B	44	181	955	2255	137	773	1300
Mistura Acidificantes B	45	198	934	2219	153	736	1286
Mistura Acidificantes C	44	187	909	2219	143	722	1310
Mistura Acidificantes C	45	185	894	2241	141	708	1348
Mistura Acidificantes C	44	185	873	2230	141	689	1357
Mistura Acidificantes C	44	181	851	2147	138	670	1296
Mistura Acidificantes C	44	180	909	2274	137	729	1365
Mistura Acidificantes C	44	183	909	2273	139	726	1364
Mistura Acidificantes C	44	180	860	2233	137	680	1373
Mistura Acidificantes C	45	191	899	2246	146	708	1347
Mistura Acidificantes D	44	193	865	2143	149	673	1277
Mistura Acidificantes D	44	188	877	2276	144	689	1399
Mistura Acidificantes D	45	186	880	2194	142	693	1315
Mistura Acidificantes D	44	190	873	2121	146	684	1248
Mistura Acidificantes D	44	180	898	2185	136	718	1287
Mistura Acidificantes D	44	194	801	2269	150	607	1468
Mistura Acidificantes D	44	195	884	2308	150	690	1424
Mistura Acidificantes D	44	195	905	2348	151	710	1442
Mistura Acidificantes E	44	198	884	2090	154	686	1206
Mistura Acidificantes E	44	181	901	2141	137	720	1239
Mistura Acidificantes E	45	191	825	2157	146	635	1331
Mistura Acidificantes E	45	195	843	2183	150	649	1340
Mistura Acidificantes E	44	192	843	2115	148	651	1272
Mistura Acidificantes E	44	182	868	2117	138	686	1249
Mistura Acidificantes E	45	190	902	2183	145	712	1281
Mistura Acidificantes E	44	183	876	2189	139	693	1314

**Dados desempenho animal Experimento 1.**

Tratamento	Consumo, g/ave			Conversão Alimentar		
	1 a 7	7 a 21	21 a 35	1 a 7	7 a 21	21 a 35
Controle	150	883	3066	1,082	1,598	2,114
Controle	160	944	2983	1,096	1,814	2,162
Controle	159	959	3083	1,075	1,698	2,082
Controle	150	933	3176	1,100	1,635	2,166
Controle	163	898	2869	1,192	1,295	2,191
Controle	153	927	2898	1,167	1,437	2,101
Controle	154	921	2898	1,070	1,437	2,116
Controle	156	887	2932	1,137	1,323	2,137
Mistura Acidificantes A	164	1093	3007	1,119	1,695	2,252
Mistura Acidificantes A	152	1049	2744	1,055	1,551	2,179
Mistura Acidificantes A	156	1194	2910	1,103	1,664	2,278
Mistura Acidificantes A	164	1002	2920	1,148	1,436	2,197
Mistura Acidificantes A	167	969	2979	1,177	1,336	2,242
Mistura Acidificantes A	170	1115	2632	1,160	1,631	2,001
Mistura Acidificantes A	167	952	2978	1,170	1,292	2,311
Mistura Acidificantes A	160	1048	2809	1,130	1,401	2,217
Mistura Acidificantes B	157	1138	2804	1,145	1,616	2,179
Mistura Acidificantes B	164	977	2966	1,083	1,511	1,991
Mistura Acidificantes B	163	915	2876	1,088	1,469	1,988
Mistura Acidificantes B	170	999	2810	1,158	1,594	2,181
Mistura Acidificantes B	173	926	3021	1,197	1,384	2,266
Mistura Acidificantes B	147	1174	2498	1,079	1,595	1,931
Mistura Acidificantes B	165	960	2874	1,207	1,241	2,211
Mistura Acidificantes B	169	979	2665	1,101	1,329	2,073
Mistura Acidificantes C	161	895	3058	1,129	1,240	2,334
Mistura Acidificantes C	156	1214	2986	1,108	1,714	2,216
Mistura Acidificantes C	155	926	2908	1,104	1,344	2,143
Mistura Acidificantes C	155	1000	2959	1,127	1,493	2,283
Mistura Acidificantes C	151	1094	2980	1,102	1,500	2,183
Mistura Acidificantes C	164	1001	2603	1,177	1,379	1,909
Mistura Acidificantes C	147	1090	3201	1,076	1,604	2,331
Mistura Acidificantes C	162	1214	2933	1,109	1,715	2,177
Mistura Acidificantes D	175	899	2926	1,173	1,337	2,291
Mistura Acidificantes D	167	1145	2815	1,163	1,662	2,012
Mistura Acidificantes D	160	1100	3139	1,133	1,587	2,387
Mistura Acidificantes D	160	1102	2906	1,095	1,612	2,328
Mistura Acidificantes D	158	954	2869	1,161	1,329	2,229
Mistura Acidificantes D	173	949	3199	1,155	1,564	2,179
Mistura Acidificantes D	175	934	3133	1,160	1,354	2,201
Mistura Acidificantes D	168	938	3225	1,114	1,320	2,236
Mistura Acidificantes E	163	975	2884	1,061	1,421	2,391
Mistura Acidificantes E	146	910	2750	1,066	1,263	2,219
Mistura Acidificantes E	154	955	2915	1,056	1,506	2,189
Mistura Acidificantes E	167	954	3054	1,111	1,471	2,279
Mistura Acidificantes E	158	1102	2759	1,071	1,691	2,169
Mistura Acidificantes E	158	1124	2954	1,149	1,638	2,365
Mistura Acidificantes E	169	1097	2769	1,162	1,541	2,161
Mistura Acidificantes E	155	1130	2716	1,117	1,631	2,068

**Dados consumo água – Experimento 1**

Tratamento	Consumo Água, mL/ave			Consumo Água: Consumo Ração		
	1 a 7	7 a 21	21 a 35	1 a 7	7 a 21	21 a 35
Controle	302	1377	5357	2,005	1,559	1,747
Controle	389	1440	5153	2,428	1,526	1,727
Controle	330	1451	5399	2,075	1,512	1,751
Controle	331	1394	5269	2,208	1,494	1,659
Controle	363	1369	5132	2,227	1,525	1,789
Controle	359	1577	5318	2,353	1,702	1,835
Controle	359	1502	5622	2,337	1,631	1,940
Controle	357	1518	5458	2,285	1,711	1,861
Mistura Acidificantes A	286	1304	5136	1,748	1,193	1,708
Mistura Acidificantes A	360	1360	5108	2,364	1,297	1,861
Mistura Acidificantes A	332	1518	5175	2,122	1,271	1,778
Mistura Acidificantes A	352	1480	5274	2,150	1,477	1,806
Mistura Acidificantes A	388	1563	5560	2,331	1,612	1,866
Mistura Acidificantes A	348	1358	5094	2,044	1,217	1,935
Mistura Acidificantes A	370	1555	5408	2,215	1,633	1,816
Mistura Acidificantes A	349	1412	5277	2,177	1,347	1,879
Mistura Acidificantes B	307	1481	4997	1,947	1,301	1,782
Mistura Acidificantes B	417	1524	5227	2,546	1,561	1,762
Mistura Acidificantes B	348	1500	5183	2,131	1,640	1,802
Mistura Acidificantes B	363	1378	5040	2,136	1,379	1,794
Mistura Acidificantes B	349	1512	5386	2,013	1,633	1,783
Mistura Acidificantes B	347	1508	5260	2,367	1,284	2,106
Mistura Acidificantes B	383	1512	5338	2,312	1,575	1,857
Mistura Acidificantes B	390	1536	5240	2,310	1,569	1,966
Mistura Acidificantes C	339	1454	5215	2,103	1,625	1,705
Mistura Acidificantes C	333	1402	5227	2,132	1,155	1,751
Mistura Acidificantes C	374	1019	5050	2,412	1,100	1,737
Mistura Acidificantes C	361	1402	5443	2,327	1,402	1,839
Mistura Acidificantes C	321	1399	5095	2,135	1,279	1,710
Mistura Acidificantes C	423	1391	5214	2,583	1,390	2,003
Mistura Acidificantes C	343	1325	4904	2,332	1,216	1,532
Mistura Acidificantes C	390	1444	5287	2,402	1,189	1,803
Mistura Acidificantes D	371	1539	5432	2,125	1,712	1,856
Mistura Acidificantes D	375	1471	5250	2,242	1,285	1,865
Mistura Acidificantes D	315	1425	5151	1,962	1,296	1,641
Mistura Acidificantes D	320	1348	4930	2,007	1,223	1,697
Mistura Acidificantes D	350	1427	5075	2,216	1,495	1,769
Mistura Acidificantes D	374	1508	5548	2,161	1,590	1,734
Mistura Acidificantes D	379	1440	5415	2,169	1,542	1,728
Mistura Acidificantes D	377	1531	5438	2,243	1,633	1,686
Mistura Acidificantes E	374	1224	5131	2,292	1,255	1,779
Mistura Acidificantes E	389	1350	5275	2,660	1,484	1,918
Mistura Acidificantes E	403	1380	5285	2,614	1,444	1,813
Mistura Acidificantes E	402	1445	5515	2,405	1,515	1,806
Mistura Acidificantes E	375	1276	5097	2,368	1,158	1,847
Mistura Acidificantes E	378	1260	5175	2,393	1,122	1,752
Mistura Acidificantes E	393	1541	5439	2,327	1,405	1,964
Mistura Acidificantes E	383	1260	5000	2,478	1,115	1,841

**Dados secções intestinais aos 7 dias idade - Experimento 1**

Tratamento	Peso das secções intestinais, g				Tamanho das secções intestinais, cm			
	Duodeno	Jejuno	Ileo	Intestino	Duodeno	Jejuno	Ileo	Intestino
Controle	3,84	4,8	6,11	14,75	14	42	28	84
Controle	5,01	4,3	5,39	14,7	17	42	30	89
Controle	4,94	6,13	4,31	15,38	14	36	30	80
Controle	3,79	6,6	4,06	14,45	17	44	35	96
Controle	5,22	5,11	4,48	14,81	18	31	37	86
Controle	4,91	5,81	4,19	14,91	14	34	42	90
Controle	3,99	4,01	4,5	12,5	17	34	43	94
Controle	3,96	3,77	5,1	12,83	14	40	47	101
Mistura Acidificantes A	5,67	6,86	4,2	16,73	20	45	28	93
Mistura Acidificantes A	5,33	6,6	4,28	16,21	19	38	31	88
Mistura Acidificantes A	5,31	6,01	4,17	15,49	16	40	34	90
Mistura Acidificantes A	5,64	7,37	3,64	16,65	18	44	36	98
Mistura Acidificantes A	5,45	6,75	6,07	18,27	19	43	38	100
Mistura Acidificantes A	5,35	7,66	6,06	19,07	20	43	39	102
Mistura Acidificantes A	5,04	6,26	5,81	17,11	14	42	41	97
Mistura Acidificantes A	5,22	5,79	3,71	14,72	18	42	42	102
Mistura Acidificantes B	5,71	6,31	5,42	17,44	18	39	30	87
Mistura Acidificantes B	5,21	8,02	5,69	18,92	15	42	30	87
Mistura Acidificantes B	4,56	5,89	5,27	15,72	16	39	30	85
Mistura Acidificantes B	4,81	6,28	3,5	14,59	20	35	33	88
Mistura Acidificantes B	5,56	6,86	4,14	16,56	18	39	34	91
Mistura Acidificantes B	4,31	5,8	3,69	13,8	19	33	39	91
Mistura Acidificantes B	4,56	6,57	3,56	14,69	19	41	40	100
Mistura Acidificantes B	4,11	8,61	5,16	17,88	17	40	42	99
Mistura Acidificantes C	5,38	7,8	4,87	18,05	20	44	28	92
Mistura Acidificantes C	4,8	6,35	4,58	15,73	19	42	29	90
Mistura Acidificantes C	4,69	5,72	4,26	14,67	18	41	32	91
Mistura Acidificantes C	4,25	6,86	4,28	15,39	18	40	36	94
Mistura Acidificantes C	5,28	6,11	5,09	16,48	15	38	38	91
Mistura Acidificantes C	5,31	6,78	4,92	17,01	16	40	39	95
Mistura Acidificantes C	5,72	7,06	5,07	17,85	19	43	40	102
Mistura Acidificantes C	5,45	6,15	4,46	16,06	16	40	43	99
Mistura Acidificantes D	5	7,08	4,23	16,31	17	39	31	87
Mistura Acidificantes D	4,59	5,95	4,06	14,6	16	39	31	86
Mistura Acidificantes D	5,4	6,36	4,93	16,69	17	40	31	88
Mistura Acidificantes D	4,39	6,39	3,48	14,26	17	38	34	89
Mistura Acidificantes D	4,55	5,74	3,46	13,75	18	40	34	92
Mistura Acidificantes D	5,04	6,9	4,67	16,61	18	38	34	90
Mistura Acidificantes D	4,82	5,89	4,93	15,64	16	40	35	91
Mistura Acidificantes D	4,64	5,8	5,95	16,39	16	38	35	89
Mistura Acidificantes E	5,73	5,69	4,73	16,15	16	35	24	75
Mistura Acidificantes E	4,56	6,06	3,82	14,44	16	35	30	81
Mistura Acidificantes E	4,52	5,4	3,64	13,56	16	36	34	86
Mistura Acidificantes E	5,29	7,15	4,09	16,53	16	44	35	95
Mistura Acidificantes E	5,06	6,31	6,49	17,86	18	38	35	91
Mistura Acidificantes E	5,61	6,83	4,31	16,75	18	40	38	96
Mistura Acidificantes E	5,71	6,29	7,84	19,84	16	36	39	91
Mistura Acidificantes E	4,13	5,64	3,91	13,68	20	41	42	103



**Dados secções intestinais aos 21 dias idade - Experimento 1**

Tratamento	Peso das secções intestinais, g				Comprimento secções intestinais, cm			
	Intestino	Duodeno	Jejuno	Ileo	Intestino	Duodeno	Jejuno	Ileo
Controle	44,9	13,0	19,2	12,8	144	24	67	53
Controle	46,2	16,5	14,9	14,8	139	28	50	61
Controle	44,8	14,2	17,2	13,4	149	26	66	58
Controle	35,5	13,2	12,4	9,9	166	26	72	68
Controle	38,0	13,3	13,3	11,5	147	28	61	58
Controle	39,5	13,1	18,0	8,4	159	26	71	63
Controle	46,8	16,3	19,9	10,6	146	26	69	51
Controle	31,6	8,8	11,4	11,4	140	22	62	56
Mistura Acidificantes A	38,1	13,4	17,0	7,7	155	26	67	62
Mistura Acidificantes A	41,3	10,7	16,9	13,7	175	23	78	74
Mistura Acidificantes A	48,6	15,9	19,6	13,1	148	24	64	60
Mistura Acidificantes A	36,3	11,1	15,0	10,2	120	21	56	43
Mistura Acidificantes A	44,0	13,7	15,3	15,0	147	27	59	61
Mistura Acidificantes A	43,0	13,3	17,7	12,0	145	24	62	60
Mistura Acidificantes A	31,9	9,8	12,2	9,9	124	21	52	51
Mistura Acidificantes A	38,8	12,7	11,0	15,1	135	24	59	52
Mistura Acidificantes B	45,7	14,3	19,0	12,3	131	25	58	49
Mistura Acidificantes B	39,8	13,1	16,9	9,8	144	26	59	60
Mistura Acidificantes B	38,3	11,2	17,5	9,6	163	23	73	67
Mistura Acidificantes B	42,6	13,0	17,5	12,1	154	26	68	61
Mistura Acidificantes B	36,7	12,3	16,5	7,9	135	22	60	53
Mistura Acidificantes B	37,7	13,1	14,2	10,4	131	25	56	50
Mistura Acidificantes B	31,1	8,5	11,8	10,8	123	20	55	48
Mistura Acidificantes B	37,1	9,4	14,9	12,8	144	22	60	62
Mistura Acidificantes C	41,7	11,6	13,1	17,0	131	24	56	52
Mistura Acidificantes C	41,7	12,9	20,1	8,7	153	24	57	73
Mistura Acidificantes C	48,8	13,2	18,3	17,3	150	28	64	59
Mistura Acidificantes C	34,5	10,8	12,8	10,9	123	24	52	47
Mistura Acidificantes C	44,0	14,3	19,0	10,7	160	27	65	68
Mistura Acidificantes C	47,8	14,2	20,7	12,9	107	22	30	56
Mistura Acidificantes C	32,2	9,1	15,2	8,0	168	21	75	73
Mistura Acidificantes C	32,4	9,5	13,8	9,1	153	23	65	66
Mistura Acidificantes D	36,9	11,7	15,3	10,0	137	22	61	54
Mistura Acidificantes D	38,6	13,3	15,9	9,4	149	27	60	63
Mistura Acidificantes D	48,2	14,6	22,3	11,3	177	28	72	77
Mistura Acidificantes D	33,0	11,2	13,3	8,5	132	22	54	56
Mistura Acidificantes D	40,4	13,3	12,8	14,3	149	23	60	66
Mistura Acidificantes D	48,8	13,3	23,6	11,9	164	28	65	71
Mistura Acidificantes D	40,3	11,0	17,5	11,8	140	26	65	49
Mistura Acidificantes D	42,8	12,4	15,4	15,0	153	25	61	68
Mistura Acidificantes E	39,7	14,0	15,7	10,0	141	23	59	59
Mistura Acidificantes E	37,9	12,1	17,2	8,6	138	25	57	56
Mistura Acidificantes E	38,8	12,0	15,9	10,9	126	25	55	47
Mistura Acidificantes E	42,8	13,3	19,1	10,4	148	25	61	62
Mistura Acidificantes E	40,6	12,6	18,6	9,4	143	26	59	58
Mistura Acidificantes E	40,8	15,4	17,4	8,0	144	26	58	60
Mistura Acidificantes E	44,7	14,8	18,8	11,1	178	28	72	78
Mistura Acidificantes E	40,1	12,9	16,7	10,5	140	22	54	64

**Temperaturas máxima e mínima diárias (°C) – Experimento 1**

Dia	Data	Temperatura	
		Mínima	Máxima
01	01/10	29	32
02	02/10	29	32
03	03/10	29	32
04	04/10	29	31
05	05/10	27	30
06	06/10	25	29
07	07/10	23	28
08	08/10	24	30
09	09/10	24	28
10	10/10	22	29
11	11/10	23	28
12	12/10	22	27
13	13/10	23	28
14	14/10	20	26
15	15/10	22	28
16	16/10	22	25
17	17/10	21	27
18	18/10	21	25
19	19/10	21	26
20	20/10	22	25
21	21/10	22	27
22	22/10	24	30
23	23/10	20	27
24	24/10	19	23
25	25/10	17	23
26	26/10	21	27
27	27/10	19	26
28	28/10	19	26
29	29/10	22	28
30	30/10	23	30
31	31/10	21	27
32	01/11	21	28
33	02/11	22	30
34	03/11	20	28
35	04/11	20	28
36	05/11	22	24

**Dados desempenho animal - Experimento 2.**

Tratamento	Peso Médio, g			
	1	7	21	35
Controle Positivo	42	196	1045	2341
Controle Positivo	42	194	1022	2341
Controle Positivo	41	192	996	2342
Controle Positivo	41	191	992	2294
Controle Positivo	41	193	976	2339
Controle Positivo	41	191	931	2308
Controle Negativo	41	194	967	2354
Controle Negativo	41	200	1040	2386
Controle Negativo	41	192	959	2297
Controle Negativo	41	187	939	2253
Controle Negativo	42	198	994	2261
Controle Negativo	42	196	1030	2390
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	41	193	1023	2443
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	42	196	1025	2449
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	41	196	999	2284
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	40	189	1000	2192
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	41	187	980	2334
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	41	194	981	2336
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	41	193	1022	2395
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	41	197	1022	2364
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	41	199	1019	2479
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	41	194	1025	2311
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	42	189	983	2293
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	41	188	975	2296
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	42	190	1005	2307
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	41	195	1017	2392
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	41	198	991	2224
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	41	186	957	2385
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	41	195	966	2310
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	42	189	948	2343
Mistura Acidificnates C (3/3/1)	41	192	997	2294
Mistura Acidificnates C (3/3/1)	41	190	992	2321
Mistura Acidificnates C (3/3/1)	41	193	984	2352
Mistura Acidificnates C (3/3/1)	41	193	971	2342
Mistura Acidificnates C (3/3/1)	41	191	960	2532
Mistura Acidificnates C (3/3/1)	41	194	994	2270
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	41	194	1013	2374
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	41	194	1025	2429
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	41	198	1043	2372
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	41	191	948	2300
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	42	194	1010	2370
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	41	194	950	2305
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	42	192	934	2430
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	42	195	1008	2349
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	41	199	961	2305
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	41	187	975	2251
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	40	186	974	2324
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	41	199	1009	2586

**Dados desempenho animal - Experimento 2.**

Tratamento	Ganho de Peso, g				
	1 a 7	7 a 21	1 a 21	21 a 35	1 a 35
Controle Positivo	150	849	1003	1296	2300
Controle Positivo	152	827	980	1319	2299
Controle Positivo	155	804	954	1347	2301
Controle Positivo	149	801	951	1302	2253
Controle Positivo	158	783	935	1363	2298
Controle Positivo	152	740	890	1377	2267
Controle Negativo	153	773	926	1387	2313
Controle Negativo	153	840	999	1346	2345
Controle Negativo	146	766	917	1339	2256
Controle Negativo	145	751	898	1315	2212
Controle Negativo	152	797	952	1267	2219
Controle Negativo	151	834	988	1360	2348
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	159	830	981	1421	2402
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	147	829	983	1424	2407
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	149	803	958	1285	2243
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	149	810	959	1193	2152
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	158	792	939	1355	2294
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	153	787	940	1355	2295
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	150	829	980	1373	2354
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	155	825	981	1342	2323
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	151	820	977	1461	2438
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	154	832	984	1286	2270
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	152	794	941	1310	2251
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	152	787	934	1322	2256
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	153	815	963	1302	2265
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	147	822	976	1375	2351
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	152	793	950	1233	2183
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	147	771	916	1428	2344
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	146	771	925	1343	2268
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	156	759	906	1395	2301
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	155	805	956	1297	2253
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	147	802	951	1329	2279
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	156	791	943	1368	2311
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	154	778	930	1371	2301
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	146	768	918	1572	2490
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	150	800	953	1275	2229
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	153	819	972	1361	2333
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	157	832	984	1404	2388
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	154	845	1001	1329	2330
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	157	757	907	1352	2259
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	153	816	968	1360	2328
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	153	756	909	1355	2263
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	150	742	892	1496	2388
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	151	813	966	1341	2307
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	153	763	921	1343	2264
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	150	788	934	1276	2210
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	150	788	934	1350	2284
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	152	811	968	1577	2545

**Dados desempenho animal - Experimento 2.**

Tratamento	Conversão Alimentar				
	1 a 7	7 a 21	1 a 21	21 a 35	1 a 35
Controle Positivo	0,997	1,340	1,282	1,779	1,562
Controle Positivo	1,003	1,354	1,299	1,767	1,568
Controle Positivo	1,006	1,326	1,280	1,772	1,568
Controle Positivo	1,018	1,340	1,287	1,788	1,577
Controle Positivo	1,006	1,374	1,319	1,828	1,621
Controle Positivo	0,991	1,406	1,339	1,675	1,543
Controle Negativo	1,009	1,407	1,341	1,825	1,631
Controle Negativo	1,038	1,426	1,358	1,976	1,713
Controle Negativo	1,003	1,390	1,321	1,790	1,599
Controle Negativo	1,006	1,361	1,302	1,726	1,554
Controle Negativo	0,997	1,325	1,267	1,890	1,623
Controle Negativo	1,009	1,420	1,354	1,877	1,657
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	1,006	1,348	1,302	1,694	1,534
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	0,924	1,363	1,288	1,740	1,555
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	0,997	1,354	1,290	1,879	1,628
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	1,018	1,362	1,309	1,956	1,668
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	1,024	1,325	1,290	1,733	1,552
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	1,054	1,349	1,300	1,868	1,635
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1,006	1,335	1,283	1,894	1,640
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	0,985	1,361	1,300	1,896	1,644
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1,015	1,354	1,294	1,729	1,555
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	0,997	1,352	1,298	1,873	1,624
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	0,994	1,331	1,283	1,907	1,646
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1,032	1,354	1,308	1,924	1,669
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1,028	1,342	1,298	1,887	1,637
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1,029	1,362	1,302	1,735	1,556
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1,012	1,370	1,305	1,862	1,620
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1,064	1,347	1,305	1,730	1,564
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1,039	1,380	1,314	1,638	1,506
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1,038	1,364	1,322	1,769	1,593
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	0,997	1,372	1,318	1,822	1,608
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1,010	1,348	1,293	1,771	1,572
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	0,991	1,391	1,330	1,796	1,606
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1,009	1,367	1,311	1,704	1,545
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1,020	1,383	1,320	1,755	1,595
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1,028	1,339	1,286	1,792	1,576
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	0,997	1,353	1,297	1,791	1,585
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1,006	0,960	0,972	1,689	1,394
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1,000	1,349	1,292	1,777	1,569
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	0,991	1,349	1,298	1,729	1,556
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	0,994	1,346	1,291	1,753	1,561
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1,034	1,689	1,580	1,772	1,695
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1,020	1,371	1,311	1,607	1,496
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1,027	1,341	1,289	1,758	1,562
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1,025	1,369	1,305	1,817	1,609
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1,015	1,344	1,297	1,852	1,618
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1,043	1,337	1,296	1,753	1,566
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1,057	1,366	1,310	1,772	1,596

**Dados desempenho animal - Experimento 2.**

Tratamento	Consumo de Alimentos, g				
	1 a 7	7 a 21	1 a 21	21 a 35	1 a 35
Controle Positivo	149	1137	1287	2306	3592
Controle Positivo	153	1120	1273	2331	3604
Controle Positivo	156	1066	1222	2386	3608
Controle Positivo	151	1073	1224	2328	3552
Controle Positivo	159	1075	1234	2492	3725
Controle Positivo	151	1041	1192	2307	3499
Controle Negativo	154	1087	1241	2531	3772
Controle Negativo	159	1197	1357	2661	4017
Controle Negativo	147	1065	1212	2395	3608
Controle Negativo	146	1022	1168	2269	3437
Controle Negativo	151	1055	1206	2394	3601
Controle Negativo	152	1185	1337	2553	3890
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	160	1118	1278	2406	3684
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	136	1130	1267	2478	3744
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	148	1087	1236	2415	3651
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	151	1104	1255	2333	3588
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	162	1050	1211	2348	3559
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	161	1061	1222	2530	3753
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	151	1107	1258	2601	3859
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	153	1123	1276	2545	3820
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	154	1111	1264	2526	3790
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	153	1124	1277	2409	3687
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	151	1056	1208	2499	3706
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	157	1065	1222	2543	3765
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	157	1093	1250	2457	3707
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	151	1120	1271	2386	3657
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	154	1087	1240	2295	3536
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	156	1038	1195	2470	3665
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	151	1064	1215	2201	3416
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	162	1036	1198	2468	3666
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	154	1105	1259	2363	3622
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	149	1081	1229	2353	3582
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	155	1100	1254	2457	3711
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	155	1064	1219	2336	3555
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	149	1063	1212	2759	3971
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	154	1072	1226	2286	3512
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	152	1108	1260	2439	3699
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	158	798	957	2371	3328
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	154	1140	1294	2362	3656
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	156	1022	1178	2338	3515
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	152	1098	1250	2384	3634
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	158	1277	1435	2401	3837
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	153	1017	1170	2403	3573
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	155	1090	1245	2357	3603
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	157	1044	1202	2441	3642
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	153	1059	1212	2362	3574
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	156	1053	1210	2367	3577
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	161	1107	1269	2793	4062

**Dados consumo água – Experimento 2**

Tratamento	Consumo Diário Água, mL/			Cons. Água: Cons. Dieta		
	1 a 7	7 1 21	21 a 35	1 a 7	7 1 21	21 a 35
Controle Positivo	66	156	336	2,71	2,11	2,79
Controle Positivo	64	123	328	2,52	1,58	2,46
Controle Positivo	65	130	355	2,60	1,62	2,69
Controle Positivo	65	130	337	2,56	1,69	2,62
Controle Positivo	67	144	365	2,59	1,82	2,65
Controle Positivo	67	148	394	2,56	1,89	2,71
Controle Negativo	66	149	340	2,63	1,91	2,70
Controle Negativo	72	161	366	2,77	1,92	2,64
Controle Negativo	69	154	335	2,92	2,06	2,71
Controle Negativo	69	128	334	2,77	1,73	2,61
Controle Negativo	69	158	375	2,75	2,15	3,24
Controle Negativo	65	155	375	2,48	2,14	2,78
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	68	140	371	2,55	1,65	2,39
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	68	143	341	2,79	1,84	2,67
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	68	148	357	3,01	1,98	2,81
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	64	134	347	2,54	1,72	2,55
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	70	164	359	2,72	2,09	2,74
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	70	161	402	2,67	2,17	3,29
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	67	162	414	2,64	2,14	3,24
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	69	149	328	2,71	1,99	2,62
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	67	138	347	2,63	1,75	2,54
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	70	163	344	2,69	2,08	2,71
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	69	136	337	2,72	1,76	2,55
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	70	165	393	2,73	1,79	2,63
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	69	150	351	2,66	1,93	2,57
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	69	145	334	2,75	1,99	2,82
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	62	133	305	2,41	1,67	2,25
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	70	162	391	2,84	2,19	3,31
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	68	136	354	2,51	1,70	2,59
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	71	163	370	2,83	2,17	3,04
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	68	149	319	2,66	1,86	2,37
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	65	133	338	2,53	1,67	2,44
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	71	134	338	2,86	1,77	2,54
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	71	132	350	2,82	1,74	2,78
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	68	162	340	2,67	2,24	2,83
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	65	142	399	2,70	1,89	3,19
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	65	159	347	2,55	2,09	2,73
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	64	140	339	2,53	1,74	2,51
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	65	125	356	2,51	1,58	2,60
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	64	135	359	2,44	1,76	2,69
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	71	149	375	2,87	1,95	2,99
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	66	155	363	2,54	2,01	2,81
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	71	151	340	2,87	1,99	2,81
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	66	135	322	2,56	1,77	2,42
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	69	131	355	2,69	1,73	2,78
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	63	134	337	2,47	1,70	2,49
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	71	151	391	2,88	2,01	3,00
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	71	175	363	2,73	3,14	3,97

**Dados secções intestinais aos 21 dias idade – Experimento 2**

Tratamento	Peso Ave, g	Peso secções intestinais, g			
		Intestino	Duodeno	Jejuno	Ileo
Controle Positivo	1040	46,07	13,8	18,79	13,48
Controle Positivo	1017	42,38	13,26	15,52	13,6
Controle Positivo	1256	66,37	17,27	27,17	21,93
Controle Positivo	1059	50,65	13,54	21,02	16,09
Controle Positivo	1033	43,96	14,06	17,93	11,97
Controle Positivo	1108	55,16	17,64	19,15	18,37
Controle Negativo	1039	62,87	25,61	18,25	19,01
Controle Negativo	1084	50	15,66	19,95	14,39
Controle Negativo	910	56,1	13,77	16,7	25,63
Controle Negativo	1013	57,89	17,93	22,49	17,47
Controle Negativo	998	54,75	15,32	21,7	17,73
Controle Negativo	1002	42	13,65	15,44	12,91
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	981	39,6	11,51	16,18	11,91
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	985	45,07	13,96	18,33	12,78
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	1125	51,05	15,99	19,78	15,28
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	1127	52,02	15,47	20,06	16,49
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	1091	43,05	15,18	15,56	12,31
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	1100	44,14	14,65	17,07	12,42
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1121	56,72	17,26	22,26	17,2
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1140	56,89	17,33	20,98	18,58
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1089	50,6	15,73	19,59	15,28
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1027	56,45	18,04	19,02	19,39
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1040	39,78	12,36	14,5	12,92
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	1128	46,67	13,49	17,67	15,51
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1099	48,61	15,63	16,58	16,4
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	978	47,54	14,07	20,24	13,23
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	939	52,33	17	20,44	14,89
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1103	50,48	13,97	18,05	18,46
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	1071	45,38	14,96	16,99	13,43
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	834	47,71	17,54	18,06	12,11
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1081	39,64	12,85	15,29	11,5
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1031	49,52	13,24	17,66	18,62
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1555	58,6	16,11	24,16	18,33
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1069	46,06	15,33	16,49	14,24
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1078	52,67	15,88	20,33	16,46
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	1093	63,76	17,86	25,24	20,66
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1181	49,92	14,53	17,59	17,8
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1126	68,58	13,88	25,7	29
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1073	48,48	14,7	18,82	14,96
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1035	47,36	15,3	18,77	13,29
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1007	45,28	13,83	15,16	16,29
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	1074	50,28	14,2	19,36	16,72
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1121	47,55	12,58	18,49	16,48
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1244	60,54	18,51	21,96	20,07
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	859	59,41	12,8	20,41	26,2
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1078	51,61	16,85	21,7	13,06
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	1094	48,91	16,65	19	13,26
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	925	47,03	14,33	15,9	16,8



**Dados secções intestinais aos 21 dias idade – Experimento 2**

Tratamento	Comprimento secções intestinais, cm			
	Intestino	Duodeno	Jejuno	Ileo
Controle Positivo	150	26	62	62
Controle Positivo	118	22	39	57
Controle Positivo	161	26	64	71
Controle Positivo	154	28	62	64
Controle Positivo	158	24	69	65
Controle Positivo	151	26	60	65
Controle Negativo	140	27	59	54
Controle Negativo	142	26	63	53
Controle Negativo	129	28	60	41
Controle Negativo	165	27	67	71
Controle Negativo	171	26	65	80
Controle Negativo	153	24	58	71
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	148	26	64	58
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	110	25	42	43
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	134	27	53	54
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	139	23	62	54
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	132	26	56	50
Mistura Acidificantes A (8/4,5/2,5)	142	23	58	61
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	146	26	56	64
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	157	30	67	60
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	148	26	59	63
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	144	26	58	60
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	135	23	53	59
Mistura Acidificantes B (10/6/3)	162	26	69	67
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	139	26	55	58
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	134	24	49	61
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	140	22	64	54
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	155	26	60	69
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	141	26	56	59
Mistura Acidificantes C (4/2/1)	144	28	58	58
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	102	22	45	35
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	118	24	40	54
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	158	24	64	70
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	132	28	47	57
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	150	26	57	67
Mistura Acidificantes C (3/3/1)	162	26	64	72
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	156	28	60	68
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	145	23	60	62
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	134	26	54	54
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	143	26	61	56
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	148	23	61	64
Mistura Acidificantes D (5/2,5/1)	152	24	60	68
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	130	22	49	59
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	178	30	67	81
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	149	22	61	66
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	137	24	57	56
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	148	24	64	60
Mistura Acidificantes D (3/3/1)	140	24	57	59

**Temperaturas máxima e mínima diárias (°C) – Experimento 2**

Dia	Data	Temperatura (°C)	
		Mínima	Máxima
01	16/02	30	31
02	17/02	29	33
03	18/02	30	32
04	19/02	28	34
05	20/02	27	34
06	21/02	27	31
07	22/02	27	32
08	23/02	27	33
09	24/02	28	33
10	25/02	25	30
11	26/02	25	30
12	27/02	26	32
13	28/02	24	30
14	01/03	21	29
15	02/03	22	28
16	03/03	23	29
17	04/03	25	30
18	05/03	22	33
19	06/03	24	33
20	07/03	23	34
21	08/03	24	36
22	09/03	20	28
23	10/03	22	33
24	11/03	22	35
25	12/03	25	29
26	13/03	24	29
27	14/03	24	28
28	15/03	23	29
29	16/03	24	29
30	17/03	25	31
31	18/03	24	33
32	19/03	20	26
33	20/03	25	30
34	21/03	22	34
35	22/03	20	22

### Dados Cromatografia 14 dias – Experimento 1

Tratamento	Jejuno				Duodeno				Ileo			
	Lactico	Acético	Butirico	Propionico	Lactico	Acético	Butirico	Propionico	Lactico	Acético	Butirico	Propionico
Controle	n.d.	0,621	8,675	0,006	0,000	20,571	142,857	179,429	0,000	3,622	50,604	63,179
Controle	n.d.	2,183	25,905	0,022	0,000	14,786	87,549	122,179	0,000	1,752	20,793	30,659
Controle	n.d.	0,662	10,130	0,007	0,000	17,679	115,203	150,804	0,000	0,651	9,963	9,963
Mistura Acidificantes A	4,737	0,441	7,034	0,002	63,640	12,728	118,795	137,039	14,873	1,383	22,084	29,783
Mistura Acidificantes A	6,091	0,623	5,929	0,003	68,936	14,043	72,340	142,553	6,256	0,640	6,089	7,272
Mistura Acidificantes A	6,139	0,666	17,012	0,003	66,288	13,385	95,568	139,796	5,388	0,585	14,932	14,932
Mistura Acidificantes B	11,512	1,835	8,167	0,006	187,166	59,418	133,690	52,882	11,309	1,803	8,022	3,065
Mistura Acidificantes B	12,601	0,991	11,300	0,003	200,000	30,952	154,762	39,286	13,660	1,074	12,250	2,706
Mistura Acidificantes B	15,055	0,970	9,719	0,003	193,583	45,185	144,226	46,084	14,965	0,964	9,661	10,336
Mistura Acidificantes C	12,197	0,681	8,380	0,002	188,690	20,833	132,738	239,286	11,610	0,648	7,977	14,881
Mistura Acidificantes C	11,758	0,562	8,772	0,001	193,865	18,405	143,558	205,521	11,052	0,529	8,245	11,540
Mistura Acidificantes C	12,405	0,653	8,899	0,002	191,278	19,619	138,148	222,404	12,559	0,661	9,009	2,022
Mistura Acidificantes D	6,681	1,814	42,766	0,004	106,957	56,957	510,870	373,478	9,519	2,584	60,927	17,554
Mistura Acidificantes D	6,032	2,450	81,320	0,005	100,000	56,957	510,870	208,696	6,407	2,602	86,375	17,676
Mistura Acidificantes D	7,575	2,312	74,258	0,004	103,478	56,956	510,869	291,087	8,590	2,622	84,2042	16,296
Mistura Acidificantes E	2,806	n.d.	25,740	n.d.	30,434	n.d.	290,434	189,565	2,702	n.d.	24,792	16,798
Mistura Acidificantes E	2,818	n.d.	50,662	n.d.	109,843	n.d.	262,500	187,500	2,702	n.d.	48,574	6,798
Mistura Acidificantes E	2,625	n.d.	50,084	n.d.	70,139	n.d.	276,467	188,532	2,639	n.d.	50,338	3,160

### Dados Cromatografia 21 dias – Experimento 1

Tratamento	Jejuno				Duodeno				Ileo			
	Lactico	Acético	Butirico	Propionico	Lactico	Acético	Butirico	Propionico	Lactico	Acético	Butirico	Propionico
Controle	2,074	0,621	9,313	10,831	1,142	20,571	148,571	179,428	0,151	3,621	50,603	63,179
Controle	2,846	2,182	9,771	38,196	1,167	14,785	95,330	132,684	0,078	1,752	24,942	30,659
Controle	2,646	0,661	10,130	10,130	1,142	10,144	148,571	179,428	0,033	0,650	9,9628	22,857
Mistura Acidificantes A	4,737	0,440	8,487	9,486	67,882	12,728	117,098	140,857	14,873	1,383	22,083	12,382
Mistura Acidificantes A	6,091	0,623	11,329	10,819	69,787	14,042	102,127	142,55	6,313	0,639	16,986	14,252
Mistura Acidificantes A	6,139	0,666	14,919	17,012	69,787	14,957	102,127	142,55	5,772	0,584	14,932	14,932
Mistura Acidificantes B	13,347	1,835	8,166	3,119	220,049	59,417	149,732	58,229	11,855	1,802	9,8251	6,670
Mistura Acidificantes B	14,510	1,524	11,299	2,496	211,904	30,952	154,762	51,190	13,660	1,652	12,249	4,895
Mistura Acidificantes B	15,055	1,726	9,718	36,663	211,904	33,103	154,762	51,190	14,965	1,7354	9,660	8,407
Mistura Acidificantes C	12,197	0,680	8,380	13,727	210,833	20,833	138,095	239,285	11,610	0,647	7,977	14,880
Mistura Acidificantes C	12,326	0,750	8,772	12,277	200,613	20,245	154,762	51,190	11,864	0,564	8,245	11,539
Mistura Acidificantes C	12,766	0,652	8,898	13,248	200,613	23,312	154,762	51,190	12,558	0,661	9,009	10,030
Mistura Acidificantes D	6,681	1,8136	83,093	12,321	114,782	56,956	510,869	373,478	9,519	2,583	80,650	17,554
Mistura Acidificantes D	6,032	2,524	81,320	16,641	102,174	59,130	503,043	365,217	8,393	2,681	86,375	17,378
Mistura Acidificantes D	7,576	2,560	74,258	14,371	102,174	60,554	503,043	365,217	8,590	2,562	84,204	16,296
Mistura Acidificantes E	2,806	0,680	45,740	9,140	30,652	5,652	290,434	189,566	2,702	0,385	42,130	16,798
Mistura Acidificantes E	3,021	0,703	50,662	7,091	110,312	18,750	351,562	187,500	2,633	0,442	48,574	10,265
Mistura Acidificantes E	3,004	0,711	50,084	3,144	110,312	27,472	351,562	187,500	2,629	0,413	50,338	6,922

## **VITA**

Eduardo Spillari Viola, filho de Eniltur Anes Viola e Elizabeth Spillari Viola, natural de Três de Maio – RS. Casado com Teresa Herr Viola e pai de Marcelo Herr Viola. Fez o primeiro grau na Escola Estadual de 1º Grau Anne Frank e o segundo grau no Colégio Nossa Senhora do Rosário. Graduado Engenheiro Agrônomo pela Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 1994, pós-graduado em Zootecnia – Produção Animal, pela Faculdade de Agronomia da UFRGS em 1996. Bolsista recém-mestre na Embrapa Suínos e Aves entre 1997 e 1998. Ingressou na Seara Alimentos como nutricionista/pesquisador em 1998. Ingressou na Nutris, Nutrição, Ciência e Tecnologia, como nutricionista em 1999. Em 2002 ingressou no programa de pós-graduação do Departamento de Zootecnia – Doutorado - da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio grande do Sul.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)