

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELO IVAN DE FRANÇA

**USO DE FORMIATO DE SÓDIO E POTÁSSIO EM RAÇÕES
PARA FRANGOS**

CURITIBA

2008

MARCELO IVAN DE FRANÇA

**USO DE FORMIATO DE SÓDIO E POTÁSSIO EM RAÇÕES
PARA FRANGOS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Produção Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

CURITIBA

2008

França, Marcelo Ivan de
Uso de formiato de sódio e potássio em rações para frangos /
Marcelo Ivan de França.— Curitiba, 2008.

53 f.

Orientador: Alex Maiorka.

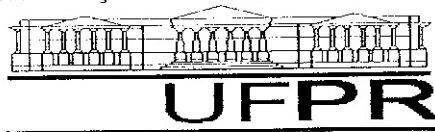
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de
Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Rações - Aditivos. 2. Frango de corte – Alimentação e
rações. 3. Potássio na nutrição animal. 4. Nutrição animal. I.
Título.

CDU 636.085.11

CDD 636.0877

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

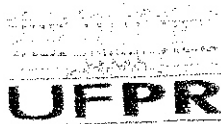
A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“USO DE FORMIATO DE Na E K EM RAÇÕES PARA FRANGOS”** apresentada pelo Mestrando MARCELO IVAN DE FRANÇA, declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03–CEPE/UFPR, que considerou o candidato APTO para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Produção Animal.

Curitiba, 29 de fevereiro de 2008.


Prof. Dr. Alex Malorka
Presidente/Orientador


Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges
Membro


Prof. Dr. José Sidney Flemming
Membro



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA

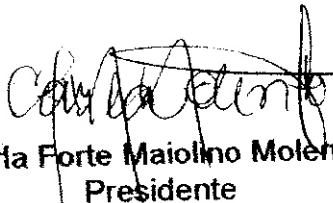
CERTIFICADO

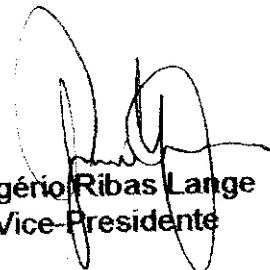
Certificamos que o protocolo no. 028/2006, referente ao projeto "Avaliação de diferentes níveis de formiato de sódio como acidificante e fonte de sódio em dietas para frangos de corte", sob a responsabilidade de Alex Maiorka, na forma em que foi apresentado, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 23 de agosto de 2006. Este certificado expira em 31 de dezembro de 2007.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 028/2006, regarding the project "Evaluation of sodium formate levels as acid and sodium source in broilers diet", in charge of Alex Maiorka, in the terms it was presented, was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Parana, Southern Brazil) during session on August 23, 2006. This certificate expires on December 31, 2007.

Curitiba, 24 de agosto de 2006


Carla Forte Maiolino Molento
Presidente


Rogério Ribas Lange
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

A universidade Federal do Paraná pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, à Fazenda Experimental do Canguiri, Setor de Avicultura e ao Departamento de Zootecnia pela disponibilização das instalações para que este trabalho fosse realizado.

Ao meu orientador, Dr. Alex Maiorka pela dedicação, ensinamentos e demonstração de amizade nos momentos adversos.

Ao Dr.,. Everton Krabbe, pelo incentivo e parceria aos trabalhos de pesquisa.

A amizade e colaboração do Prof. Fabiano Dahlke.

A persistência e conselhos do Dr. Sidney Flemming, que me ofereceu as primeiras oportunidades.

A equipe de amigos do Laboratório de Nutrição Animal – UFPR, em especial a Cleusa, Hair, Aldo e Ruy, pela compreensão e solidariedade para que esse trabalho fosse realizado.

Aos colaboradores que permitiram que esse trabalho fosse realizado: Michele, Fábio, Diego e Otávio.

Aos meus pais, Moacir e Ofélia, e meus irmãos Cida, Junior e Marceli pelo incentivo e base familiar.

Á todos, muitos obrigado!

USO DE FORMIATO DE SÓDIO E POTÁSSIO EM RAÇÕES PARA FRANGOS

RESUMO

A principal fonte de sódio utilizada na nutrição de frangos de corte é o cloreto de sódio (NaCl), substância higroscópica que apresenta certos entraves ao uso como, por exemplo, aceleração do processo de corrosão de equipamentos. Uma alternativa às fontes de sódio é o diformiato de sódio, sal derivado do ácido fórmico. A proibição do uso de antibióticos como aditivos promotores de crescimento causou grandes impactos à avicultura de corte, trazendo consigo a necessidade do desenvolvimento de novos aditivos. O diformiato de potássio (DK), sal de ácido fórmico, surge como uma dessas alternativas. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a ação do diformiato de sódio e DK sobre o desempenho de frangos de corte. Para avaliação do diformiato de sódio foram realizados dois experimentos e utilizados 300 pintos de corte em cada um deles, os quais foram mantidos em baterias. Cada experimento foi dividido em 5 tratamentos com 6 repetições. No primeiro foi avaliada a substituição do NaCl pelo diformiato de sódio e, no segundo, avaliou-se o efeito da bioequivalência do diformiato de Na em relação ao NaCl. No período de avaliação, de 1 a 21 dias de idade, o uso de diformiato de sódio como fonte exclusiva de Na⁺ prejudicou o desempenho das aves e reduziu o consumo de água. A utilização de NaCl e diformiato de sódio, em conjunto, como fontes de Na⁺ nas dietas, não apresenta efeitos sobre o desempenho de frangos de corte. Para avaliação do DK foram utilizados 1.800 pintos de corte (1 a 42 dias de idade), os quais foram divididos em 2 experimentos de 900 aves cada e, em seguida, separadas aleatoriamente em 5 tratamentos (0, 3, 6, 9 e 12 kg DK/ton) com 6 repetições. No primeiro experimento, as aves foram alimentadas com dietas contendo DK durante o período de 1 a 42 dias. No segundo receberam DK apenas no período de 21 a 42 dias de idade. O DK reduziu o consumo de ração e o ganho de peso das aves, sem afetar a conversão alimentar. As altas doses de DK utilizadas levaram ao desequilíbrio ácido-básico das dietas, causado pelo excesso de potássio, tendo por consequência efeitos negativos sobre o desempenho das aves.

Palavras chave: Desempenho. Diformiato de potássio. Diformiato de sódio

THE USE OF SODIUM AND POTASSIUM FORMIATE IN BROILERS

ABSTRACT

The main source of sodium used in nutrition of broilers is NaCl, hygroscopic substance which presents certain obstacles to use such as acceleration of the corrosion of equipments. An alternative to the sources of sodium is the diformiate sodium, which is a salt derived from formic acid. The prohibition of the use of antibiotics as growth promoters additives caused great impacts on poultry, being necessary the development of new additives. The potassium diformiate (DK), which is a salt of formic acid, is emerging as one of those alternatives. This study was conducted to evaluate the action of diformiate sodium and DK on the performance of broilers. To evaluate the diformiate sodium they were conducted two experiments and used 300 chicks each one, which were kept in batteries. Each experiment was divided into 5 treatments with 6 replicates. In the first trial it was evaluated the replacement of NaCl diformiate sodium and, in the second, evaluated the effect of bioequivalence of diformiate Na in relation to NaCl. In the assessment period, from 1 to 21 days of age, the use of sodium diformiate as source of Na⁺ affected the performance of birds, and reduced water intake. The use of NaCl and diformiate sodium, together, as sources of Na⁺ in diet, presented no effect on the performance of broilers. To evaluate the DK they were used 1,800 broiler chicks (1 to 42 days old). The birds were divided into two trials of 900 birds each, and then randomly separated into five treatments (0, 3, 6, 9 and 12 kg DK / ton) with six replications. In the first of the experiments carried out, the birds were fed diets containing DK during the period 1 to 42 days. In the second experiment, DK received only in the period from 21 to 42 days old. The results showed that the DK reduced the consumption of diet and weight gain of birds, without affecting feed conversion. High doses of DK used led to acid-base imbalance of diets, caused by excess potassium, and consequently resulted in negative effects on the performance of birds.

KEY WORDS: Broilers, potassium diformiate; sodium diformiate, performance.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Propriedades químicas e físicas de diferentes ácidos orgânicos.....	13
TABELA 2 -	Alguns ácidos e seus potenciais de dissociação (pka)	15
TABELA 3 -	Valores de <i>b-value</i> de ingredientes usados na alimentação animal ...	18
TABELA 4 -	Duração do trânsito e ph do alimento nos diferentes compartimentos em frangos após alimentação a vontade durante 6 semanas	19
TABELA 5 -	Variação da composição eletrolítica das dietas experimentais (%)	32
TABELA 6 -	Efeito da substituição do NaCl pelo diformiato de sódio (experimento 1) sobre o consumo de ração (cr), ganho de peso (gp) e conversão alimentar (ca) de frangos de corte aos 7, 14 e 21 dias de idade	33
TABELA 7 -	Efeitos da substituição do NaCl pelo formiato de sódio (experimento 1) sobre o consumo de água (cag.), umidade das excretas a 65 ^o c e a 105 ^o c (u 65 ^o c e u 105 ^o), matéria seca das excretas a 65 ^o c e a 105 ^o c (ms 65 ^o c e ms 105 ^o) de frangos de corte, aos 7 e aos 21 dias de idade	35
TABELA 8 -	Efeitos da bioequivalência do diformiato de sódio em relação ao nacl (experimento 2) sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte aos 7, 14 e 21 dias de idade.....	37
TABELA 9 -	Efeitos da bioequivalência do formiato de sódio em relação ao nacl (experimento 2) sobre o consumo de água (cag.), umidade das excretas a 65 ^o c e a 105 ^o c (u 65 ^o c e u 105 ^o), matéria seca das excretas a 65 ^o c e a 105 ^o c (MS 65 ^o c e MS 105 ^o) de frangos de corte, aos 7 e aos 21 dias de idade.....	38
TABELA 10 -	Dietas experimentais.....	46
TABELA 11 -	Níveis de Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ e balanço eletrolítico (be) das dietas experimentais utilizadas no experimento 1.....	47
TABELA 12 -	Níveis de Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ e balanço eletrolítico (be) das dietas experimentais utilizadas no experimento 2.....	48
TABELA 13 -	Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com diformiato de potássio, no período de 1 a 42 dias (experimento 1)	49
TABELA 14 -	Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com diformiato de potássio, no período de 21 a 42 dias (experimento 2).....	50

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Ácidos orgânicos	12
2.1.2 Característica gerais.....	12
2.1.3 Mecanismo de ação.....	13
2.1.4 Sais de ácidos orgânicos.....	16
2.1.5 Efeito tampão.....	17
2.1.6 Ácidos protegidos.....	19
2.1.7 Tolerância aos ácidos orgânicos.....	20
2.2 Ácido fórmico	21
2.2.1 Origem e aspectos físico-químicos.....	21
3 CONCLUSÃO	22
4 REFERÊNCIAS	22
CAPITULO II - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFORMIATO DE SÓDIO	28
RESUMO	28
ABSTRACT	29
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAL E METODOS	31
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4 CONCLUSÃO	40
5 REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO III - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFORMIATO DE POTÁSSIO	42
RESUMO	42
ABSTRACT	43
1 INTRODUÇÃO	44
2 MATERIAL E METODOS	45
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4 CONCLUSÃO	51
5 REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A exigência do mercado mundial dita as diretrizes das atuais pesquisas na área de nutrição e produção animal. O consumidor passa a ter relevância fundamental não apenas no preço do produto, mas também na questão qualidade, segurança alimentar, aspectos sociais e ambientais decorrente de todas as etapas da cadeia produtiva. A atividade agropecuária se torna cada vez mais competitiva e globalizada onde os fatores da cadeia produtiva como: genética, nutrição, manejo, sanidade, instalações, processamento e comercialização passam a ser estudadas de maneira interrelacionadas, onde o produto final atenda as necessidades desse novo perfil mercadológico.

GIL DE LOS SANTOS e TURNES (2005) afirmam que as doenças entéricas tornaram-se um dos maiores desafios para a avicultura industrial devido à perda da produtividade, ao aumento da mortalidade e à contaminação de produtos de origem avícola para o consumo humano, sugerindo que os produtos elaborados com carne de aves portadoras de bactérias possam ser fonte de infecção.

A importância do papel desempenhado pela microbiota gastrointestinal na saúde intestinal e na performance de crescimento tem sido demonstrada em animais alimentados com antibióticos atuando como promotores de crescimento, todavia, o uso extensivo destes produtos tem aumentado o risco do desenvolvimento de resistência em patógenos humanos e animais, o que tem elevado o interesse pelo desenvolvimento de substâncias alternativas (PARTANEN *et al.*, 2002). O uso de antibióticos como aditivos promotores de crescimento na avicultura têm sido bastante questionados atualmente (MACHADO *et al.*, 2007).

Atualmente os promotores são os principais aditivos de uso na alimentação animal, em particular na dietas de aves, sendo responsáveis pela melhoria na produtividade animal principalmente nas fases iniciais de criação (LORENCON *et al.*, 2007). Os antibióticos promotores de crescimento têm por finalidade controlar os agentes prejudiciais ao trato digestório e proporcionar os efeitos benéficos na absorção de nutrientes. (VASSALO *et al.*, 1997)

BELLAVER e SCHEUERMANN (2004) apontaram o banimento do uso de antibióticos promotores de crescimento nas rações pelo mercado europeu como um fator importante a ser considerado, passando a se exigir cada vez mais alimentos

seguros. O resultado da proibição de uso de antimicrobianos como aditivos na Suécia em 1986, assim como a restrição parcial de seu uso na Dinamarca em 1995 e 1998 e a proibição de outros aditivos pela União Européia em 1999, resultaram na diminuição da resistência de enterococos a avoparcina e virginiamicina, demonstrando que o número de genes de resistência a antibióticos diminuiu (CASEWELL *et al.*, 2002).

Torna-se difícil imaginar a produção animal nos níveis atuais de tecnificação e produtividade, sem o auxílio de aditivos alimentares para a prevenção de doenças e promotores de eficiência alimentar e essa nova realidade exige a investigação de alternativas para a alimentação animal que contribuam para o aumento do desempenho e que não represente risco à saúde e dentro destas possibilidades, CANIBE *et al.* (2001), sugere a utilização de ácidos orgânicos e seus sais como alternativa aos antibióticos. Há muitos tipos de ácidos e seus sais sendo comercialmente produzidos com efeitos de moduladores da microbiota intestinal.

A aplicabilidade dessas substâncias está associada ao seu efeito inibidor sobre o desenvolvimento microbiano e sua influência na disponibilidade de nutrientes nas matérias primas (GAMA, 2000).

CHERRINGTON *et al.* (1991) acreditam que os ácidos orgânicos comprometem algumas funções vitais dos microorganismos como transporte de substrato, pH citoplasmático e síntese de macromoléculas. Os ácidos orgânicos podem ainda potencializar os ganhos nutricionais das dietas para aves por atuarem como redutores do pH do trato gastrointestinal, principalmente ingluvívio (papo), aumentando a atividade de certas enzimas e melhorando a digestibilidade de alguns nutrientes (PENZ Jr. *et al.*, 1993). Muitas vezes há falta de consistência dos resultados é devido à falta de controle das variáveis intervenientes, tais como: pH do trato digestivo, capacidade tampão dos ingredientes da dieta, presença de outros antimicrobianos na dieta, condição higiênica do ambiente produtivo, heterogeneidade da microbiota intestinal e resistência inerente dos microorganismos as substâncias químicas estressantes (BELLAVIER e SCHEUERMANN, 2004).

2 REVISAO DE LITERATURA

O uso de promotores de crescimento na dieta animal vem sendo amplamente discutido por cientistas e leis governamentais, principalmente européias, devido ao potencial desenvolvimento de resistências bacterianas pelo longo do tempo de uso (ROE e PILLAI, 2003). O emprego de ácidos orgânicos com ação antimicrobiana pode ser uma saída para a avicultura.

2.1 Ácidos Orgânicos

2.1.1 Características gerais

Segundo SNYDER (1995) com exceção do ácido clorídrico presente no suco gástrico, os ácidos mais comuns nos processos biológicos são os ácidos orgânicos, ou seja, aqueles contendo átomos de carbono e destes o maior grupo é dos ácidos carboxílicos, que são os ácidos caracterizados pelo grupo funcional carboxila (COOH). O grupo COOH confere a eles, entre outras propriedades, a de serem ácidos fracos em meio aquoso e de apresentarem elevados pontos de ebulição devido à facilidade com que formam interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio (HARRIS, 1999). Nessa classificação podem ser incluídos os aminoácidos e ácidos graxos. Os ácidos orgânicos empregados na produção animal referem-se aos ácidos de cadeia curta (C1 – C7), citados na Tabela 1 (BELLAVÉR e SCHEUERMANN, 2004).

No grupo dos ácidos carboxílicos estão incluídos os o ácido fórmico, derivado do metano e o ácido propiônico derivado do propano. E estes ácidos ocorrem naturalmente e são completamente metabolizados (BASF (2001) citado por Martins, 2005).

Os ácidos, tais como o acético, o propiônico e o *n*-butírico, são os principais produtos finais da fermentação no intestino grosso, sendo rapidamente absorvidos pela mucosa (TSUKAHARA *et al.*, 2002).

TABELA 1 - PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS DE DIFERENTES ÁCIDOS ORGÂNICOS

	Fórmula	Apresentação	Solubilidade em H ₂ O
Fórmico	HCOOH	Líquido	Muito boa
Acético	CH ₃ COOH	Líquido	Muito boa
Propiônico	CH ₃ CH ₂ COOH	Líquido	Muito boa
Lático	CH ₃ CH(OH)COOH	Líquido	Boa
Fumárico	COOHCH:CHCOOH	Sólido	Baixa
Cítrico	COOHCH ₂ C(OH)(COOH)CH ₂ COOH	Sólido	Boa

Adaptado de BELLAVER e SCHEUERMANN (2004)

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

O efeito dos ácidos orgânicos produzidos pelas bactérias produtoras de ácido lático é bem conhecido, apresentando atividade bactericida ou bacteriostática (GARNEAU *et al.*, 2002). O uso de bactérias geneticamente modificadas com atividade ácido produtora para inibir o crescimento de patógenos intestinais como *E. coli* possuem também ação como promotor de crescimento (CLOSE, 2000).

CANIBE, *et al* (2001) relata que as propriedades físico-químicas dos ácidos afetam a palatabilidade da dieta, o que implica variação nos seus níveis de inclusão na mesma. No trabalho de YAJIMA (2002) observou a diminuição do consumo diário de 4,07 gramas em poedeiras que receberam ração com adição de 0,1% de acidificante e níveis acima de 0,05% de inclusão reduziram a eficiência alimentar

2.1.2 Mecanismo de ação

ADANS (1999) afirma que as funções dos ácidos orgânicos são variadas e

amplas, nem todas relacionadas à nutrição. Estes produzem acidez, a qual por sua vez age como flavorizante e também retardando a degradação enzimática oxidativa, atuando também como agentes complexantes que se liga a metais formando os complexos metálicos (prevenindo ou reduzindo a oxidação). Agem ainda diretamente como fortes inibidores do crescimento microbiano, podendo ter uso na preservação de grãos e rações, sanitização de carne e como promotor de crescimento.

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

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

Os ácidos orgânicos podem se apresentar em duas formas: não dissociada ($RCOOH$) ou dissociada ($COOH^-$) e esse equilíbrio é medido pelo pKa (potencial de dissociação), que indica o pH onde 50% do ácido se encontram na forma dissociada (LE NY, 2005).

A ação inibidora dos ácidos orgânicos na forma não dissociada é de 100 a 600 vezes maior do que a forma dissociada, e podem permear a membrana celular por difusão e liberar prótons no citoplasma celular. Todo ácido tem um ou mais pKa (Tabela 2) e quanto mais fácil ele doa seu hidrogênio, mais forte ele é, e se possui mais de um pKa significa a existência de mais um próton a ser trocado (MURRAY *et al.*, 1990). A forma não dissociada tem a capacidade de atravessar a membrana celular dos microorganismos e dissociar-se no seu interior, produzindo íons H^+ que diminuem o pH da célula e esta reagem eliminando os prótons tentando manter o pH constante e esse mecanismo fazendo que o gasto energético seja maior, reduzindo

o crescimento celular microbiano e os ânions COOH^- do ácido, por sua vez, impedem a síntese de DNA interferindo na replicação protéica (CHOCT, 2004).

EIDELSLBURGER (2001) concluem que a capacidade aniônica tamponante com cátions das dietas (Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , Cu^{++} , Zn^{++} , etc.) aumenta a digestibilidade e retenção desses elementos e os ácidos inorgânicos na forma não dissociada não possuem a capacidade de penetrar a parede celular das bactérias (LE NY, 2005). O fato de a utilização de ácidos inorgânicos não resultar os efeitos benéficos, talvez se explique devido aos ânions inorgânicos (cloreto, sulfato, fosfato) não terem influência positiva no processo de digestão na porção intestino (BELLAVÉR e SCHEUERMANN, 2004).

TABELA 2 - ALGUNS ÁCIDOS E SEUS POTENCIAIS DE DISSOCIAÇÃO (pKa)

Ácido	PKa
Fórmico	3,75
Acético	4,75
Propiônico	4,87
Fumárico	3,02 / 4,4
Lático	3,83
Cítrico	3,1 / 5,9 / 6,4
Malico	3,4 / 5,1

Adaptado de PENZ (1993)

DARI *et al.* (1995) sugerem que a acidificação da dieta pode proteger as aves de microorganismos que prejudicam o desempenho, essa acidificação é mais eficiente no papo e menos significativa na proventrículo e moela. Quando aplicados na ração, promovem também proteção do alimento, impedido o desenvolvimento de microorganismos e formação de toxinas (KRABBE, 2001).

Para ADAMS (1999) a eficácia dos ácidos orgânicos puros ou combinados é resultado da concentração, pKa e da capacidade de quelação do ácido, sendo responsáveis pela quebra no metabolismo de aminoácidos, síntese do DNA e metabolismo energético dos microorganismos.

Os ácidos lipofílicos fracos como lático, acético e propiônico são capazes de

passar através da membrana celular de microorganismos em seu estado não dissociado e dissociam-se no interior da célula, alterando a permeabilidade da membrana com o bloqueio do substrato do sistema de transportes de elétrons (CHOCT, 2004). LANGHOUT (2000) sugere que a combinação de ácidos orgânicos e óleos essenciais pode ser benéfico devido à ação dos ácidos orgânicos no alimento, do papo e na moela e os óleos essenciais teriam ação nos últimos segmentos do trato intestinal, resultando em um produto que agiria em toda extensão do aparelho digestório.

A ação dos ácidos orgânicos quando utilizados em rações secas para reduzir contaminação é baixa devida ao baixo teor de umidade, necessitando quantidade maiores, tendo ação melhorada após a hidratação no sistema digestório. No trabalho de BERCHIERI e BARROW (1996) foi observado que com a utilização de uma mistura de ácidos orgânicos (fórmico e propiônico) na ração proporcionou uma redução na transmissão horizontal de *Salmonella galinarum*, Passando assim reduzir a contaminação das carcaças com a administração de ácido láctico na água dos bebedouros durante o período de retirada de ração imediatamente antes do abate (BYRD et al. 2001), sendo que a falta de alimento pode elevar o pH do papo e aumentar os riscos de contaminação bacteriana.

2.1.3 Sais de ácidos orgânicos

Para CANIBE *et al.* (2001) os sais de ácidos orgânicos possuem vantagens de transformar os ácidos livres em substâncias mais estáveis, produzindo assim menos odor conseqüentemente melhorando o manuseio no processo de industrialização de alimentos na forma sólida, menos volátil e por serem menos corrosivos e mais solúveis em água que os ácidos.

Os sais de ácidos são formados a partir da substituição do íon hidrogênio por uma base (potássio, sódio, cálcio, etc.). Os sais podem apresentar alto poder higroscópico e também apresentarem efeitos menores que os ácidos de origem.

EIDELSBURGER (2001), citado por BELLAVER e SCHEUERMANN (2004) definem que a maior parte do efeito nutricional dos ácidos orgânicos em suínos é atribuída ao anion ácido sobre a microbiota intestinal, e é importante ressaltar que a

presença do sal de ácido pode aumentar a capacidade tampão devido à presença de mais bases. Os efeitos dos sais de ácidos orgânicos são mais acentuados em combinação com outros sais ou ácidos (WALDROUP *et al.*, 1995).

MROZ *et al.* (2001) em um estudo com suínos verificaram que o Diformiato de Potássio com inclusões de 0,9% e 1,8% na ração houve redução do pH da digesta duodenal, sugerindo a passagem de forma ativa com poder antimicrobiano para ação na porção inicial do intestino delgado.

MARTINS (2005) observou que o uso de diformiato de potássio em rações de matrizes não alterou a eclodibilidade e o peso dos pintainhos, mas melhorou o desempenho zootécnico da progênie. FRANCO *et al.* (2005) estudando a ação do mesmo sal de ácido orgânico observou que o seu uso em dietas de retirada (última semana) implicou em uma melhoria da qualidade da mucosa intestinal, agindo como agente de manutenção da qualidade de vilos em comparação com aves sem promotor de crescimento convencional.

2.1.4 Efeito tampão da dieta

A capacidade tamponante de uma ração ou de um ingrediente é uma característica inata dos alimentos, em neutralizar o ácido clorídrico (HCl) secretado no estômago dos animais, mantendo o pH em níveis mais elevados. A neutralização do HCl devido ao efeito tamponante diminui a habilidade dos animais em ativar suas enzimas digestivas, uma vez que no estômago, o pH ideal para a atividade enzimática se encontra por volta de pH 2,5 (BUNZEN, 2005).

É muito comum a utilização do índice chamado *B-value* como forma indireta de estimar a capacidade tamponante da dieta. Este análise indica a quantidade de ácido necessário para reduzir o pH de um alimento para um valor determinado (VIOLA e VIEIRA, 2004). Os autores afirmam que os métodos diferem quanto ao tipo de substrato, tamanho da amostra, o tipo e concentração do ácido ou base utilizado para a titulação e a forma que os resultados são expressos.

Todos os ácidos são mais efetivos como em pH baixo (pH ácido), por essa razão a ação é maior na região próxima ao próventrículo e menor a partir do duodeno onde o pH encontra-se acima de 6. O pH do conteúdo intestinal sofre

interferência dos ingredientes usados na ração, sendo que dietas vegetais possuem capacidade tampão maior que dietas formuladas com subprodutos de origem animal (LE NY, 2005).

No trabalho de KIRCHGESSNER *et al.* (1992) citado por ARRUDA *et al.* (2004), dietas para poedeiras com níveis de proteínas diferentes e com adição de ácido fumárico, o menor nível de proteína, corrigida com aminoácidos essenciais melhoram a taxa de postura dos ovos e o peso.

A limitação da utilização de subproduto de origem animal nas formulações para alguns mercados, impede a utilização dos ossos como fonte de cálcio e fósforo, levando a inclusão de calcário calcítico e fosfato de bicálcico, que possuem alta capacidade tamponante (Tabela 3) e esse fato é importante em dietas de poedeiras, com alto teor de cálcio na dieta e perus, com alto teor de proteína e mineral. Resultados encontrados por BOLING-FRANKEBANCH *et al.* (2001), estudando exigências de cálcio e fósforo usando dietas a base de milho e farelo de soja observou o aumento da disponibilidade do fósforo com adição de 4 a 6% de ácido cítrico.

TABELA 3 - VALORES DE B-VALUE¹ DE INGREDIENTES USADOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Alimentos	B-value
Milho	7,04
Sorgo	5,52
Farelo de soja 45%	19,53
Soja micronizada	22,15
F. carne e ossos 35% PB	25,39
Farinha de peixe	19,72
Fosfato bicálcico	54,16
Calcário	1226,02

Adaptado de Bünzen, 2005.

¹ B-value obtido à partir de solução de HCl 0,1M adicionado em 10g do ingrediente e 90 ml de H₂O deionizada à pH 5.0.

2.1.5 Ácidos protegidos

Existem algumas particularidades anatômicas e fisiológicas que devem ser observadas quando se utilizam ácidos orgânicos para aves, tais como o menor comprimento e o tempo de passagem do trato digestório desta espécie animal, a maior capacidade secretora de pepsinogênio e ácido clorídrico no proventrículo além da atividade das enzimas desde o primeiro dia de vida (PROTECTED, 2004).

O Inglúvio (papo) funciona com uma barreira para a colonização do aparelho digestório, devido à presença de grande quantidade de *Lactobacillus* produtores de ácido láctico, resultando em um pH baixo, mostrando sua eficiência na redução de ocorrência de *Salmonella* (HINTON et al., 2000).

Em aves, o uso de acidificantes permite redução significativa do pH no Inglúvio e menos significativa no proventrículo e moela (KRABBE, 2001). Quando não há digestão protéica adequada, ocorre um aumento de proteínas na porção intestinal que contribuirá para elevação do pH devido à liberação de aminas, criando um ambiente favorável para proliferação de enterobactérias patogênicas (FERNANDEZ E CAMINO, 2004). Existem algumas particularidades anatômicas e fisiológicas que devem ser observadas quando se utiliza ácidos orgânicos em aves. O menor comprimento e tempo de passagem no trato digestório das aves, a maior capacidade secretória de pepsinogênio e ácido clorídrico no proventrículo (Tabela 4) e a atividade das enzimas desde o primeiro dia de vida (PROTECTED, 2004).

TABELA 4 - DURAÇÃO DO TRÂNSITO E PH DO ALIMENTO NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS EM FRANGOS APÓS ALIMENTAÇÃO A VONTADE DURANTE 6 SEMANAS

<i>Compartimento</i>	<i>Duração do tempo de trânsito (min.)</i>	<i>Ph</i>
Papo	50	5,5
Proventrículo e moela	90	2,5 - 3,5
Duodeno	5-8	5 – 6
Jejuno	20-30	6,5 – 7
Íleo	50-70	7 – 7,5
Reto	25	8

Fonte: SIMON e VERSTEEG (1989)

O principal efeito da redução da microbiota se dá no ínglúvio e cecos, já a redução de pH ocorre principalmente até o divertículo de Meckel. O pâncreas tem uma grande capacidade de secretar bicarbonato de sódio em resposta a condições ácidas no conteúdo duodenal, portanto caso se pretenda alterar o pH cecal, deve-se recorrer ao uso de ácidos orgânicos de cadeia curta protegidos, para que possam exercer sua função (LEESON, 2006). A única forma garantir que os ácidos orgânicos cheguem sem se dissociar até o intestino do animal é usar doses incompatíveis com os processos fisiológicos, sendo necessário protegê-los dentro de uma matriz que tenha capacidade de passar intacta pela região anterior do trato digestivo sem se desnaturalizar-se (LE NY, 2005). O mesmo autor sugere que no intestino, a matriz protetora se emulsifica e hidrolisa pela ação das secreções hepáticas e pancreáticas liberando assim os ácidos intactos em sua forma não dissociada e também há a vantagem de evitar a inclusão elevada de ácidos que podem deprimir o crescimento e causar descalcificação óssea (GAUTHIER, 2002).

Segundo LEESON (2006) o ácido butírico é um potente estimulador do crescimento e desenvolvimento do intestino em aves jovens, mas quando fornecidos através da ração ele desaparece muito rapidamente, entre o papo e a moela, necessitando ser protegido por misturas de triglicérides, para ser liberado no intestino delgado, onde ocorra seu efeito benéfico. O efeito trófico dos ácidos orgânicos sobre a mucosa intestinal do jejuno já foi relatada (BLIKSLARGER e ROBERT 1997), sendo possível associar a um aumento da capacidade absorptiva.

2.1.6 Indução a tolerância aos ácidos orgânicos

As bactérias possuem processos metabólicos capazes de responder a diminuição do pH externo. Recentemente tem se percebido que as bactérias ácido-sensíveis têm a capacidade se adaptar ao estresse ácido e se tornar tolerante (RICKE, 2003). Essa adaptação permite a indução de genes envolvendo a resposta de ácida-tolerância e síntese de uma série de proteínas que são protetoras para condições de ambiente ácido (FOSTER, 1999). O autor também relata que essa adaptação tem se percebido em *Salmonella* e *E. coli*.

No trabalho de QUIVEY *et al.* (2000) observou mudanças na composição dos ácidos graxos da membrana celular de *Streptococcus mutants* que cresceram em pH 5 quando comparados com as células que se desenvolveram em pH 7, mostrando adaptações para alterar a permeabilidade a prótons, se adaptando a condições de pH baixo. A tolerância a ácidos é observada em microorganismos gram-negativos e gram-positivos (CANIBE 2001).

2.2 Ácido fórmico

2.2.1 Origem e abetos físicos químicos

O nome formiga deriva de “ácido fórmico” (ácido que é produzido por algumas espécies de formigas). As secreções eliminadas pelas formigas podem ter propriedades bactericidas e inseticidas (LABORATÓRIO DE MIRMECOLOGIA, 2005).

O ácido fórmico possui ação direta, onde apresenta propriedade extra além da redução do pH. As bactérias mais afetadas são as *gram*-negativas, por uma alteração no complexo enzimático intracelular, destruindo a membrana celular e, interferindo na duplicação de DNA (KRABBE, 2001).

A fórmula química do ácido fórmico: HCOOH , cuja solubilidade em água é muito boa, da ordem de 46,02g/mol, apresenta pKa (potencial de dissociação) de 3,75 com energia bruta de 5,8 MJ/kg (ROTH e KIRCHGESSNER, 1987). Sua valência é um, com densidade de 1,220 de forma líquida, com atividade tamponante de 1,96 (BELLAVIER e SCHEUERMANN, 2004).

De acordo com SAKOMURA *et al.* (1998) a adição de ácidos orgânicos em rações para aves está baseada em três hipóteses. A primeira se relaciona ao efeito inibidor sobre o desenvolvimento de fungos nas matérias primas e nas rações. A outra diz respeito ao efeito inibidor da proliferação de enterobactérias como as do gênero *Salmonella* e *Escherichia*, e por último, como potencializador dos ganhos nutricionais das rações promovidos pelo aumento da disponibilidade dos nutrientes

para as aves. Os ácidos propiônicos e fórmico, associados ou não, têm mostrado boa ação no controle de enterobactérias (BERCHIERI e BARROW, 1996).

Em estudo de ROTH e KIRCHGESSNER (1987), com uso de 1,2% de ácido fórmico ou 1,8% de diformiato de sódio, obteve-se para o diformiato, uma resposta no ganho de peso e eficiência alimentar de aproximadamente metade da resposta do ácido fórmico. Já a resposta foi praticamente igual na redução de bactérias do duodeno de leitões com base no equivalente diformiato proporcionado pelo ácido ou pelo sal do ácido.

3 CONCLUSÃO

Dentro das condições em que os experimentos foram conduzidos pode-se concluir que:

Nas condições experimentais não se observou efeito de promotor de crescimento dos ácidos orgânicos utilizados.

A adição de diformiato de sódio deve-se se respeitar às exigências de sódio, para que não haja comprometimento do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Níveis elevados de diformiato de sódio podem levar a depreciação de índices zootécnicos.

Não se observou diferenças estatísticas no uso de diformiato de potássio desde o primeiro dia ou se utilizando a partir do 21 dias até o abate em frangos de corte. Níveis altos podem afetar o desempenho,

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. A. Nutricines. **Food Components in health and Nutrition**. Nottingham. Nottingham Univ. Press. 1999.

BASF, Nutrição Animal. Compound Feed Preservation. 2001

BARROS, J.M.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Exigência de Sódio para Frangos de Corte nas Fases de Crescimento (22 a 42 Dias) e Final (43 a 53 Dias). **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.6, p.1721-1733, 2004 (Supl. 1).

BELLAVER, C., SCHEUERMANN, G. Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 2004. Florianópolis, SC: Avessui, **Anais...**2004.

BERCHIERI JUNIOR, A.; BARROW, P.A. Reduction in incidence of experimental fowl typhoid by incorporation of a commercial formic acid preparation (Bio-AddÔ) into poultry feed. **Poultry Science**, 75:339-341. 1996.

BLISKER, A.T.; ROBERTS, C. Mechanisms of interstinal mucosal repair. **Journal of American Medical Association**, Washington, v.211, n.9, p. 1437-1441, 1997.

BOLLING-FRANKENBACH *et al.* The effect of citric acid on the calcium and phosphorus requirements of chicks fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science** 80:p. 783-788. 2001

BÜNZEN, S. ; *et al.* Determinação da digestibilidade de fósforo de alimentos de origem animal para suínos em crescimento. In: 42ª Reunião Anual SBZ, Goiânia. 42ª Reunião Anual SBZ, **Anais...** 2005

BERCHIERI, A.; BARROW, P. A. Reduction in incidence of experimental fowl typhoid by incorporation of a commercial formic acid preparation into poultry feed. **Poultry Science**, 75:339-341. 1996.

BYRD, J. A. *et al.* Effect of lactic acid administration in the drinking water during preslaughter feed withdrawal on Salmonella and Campylobacter contamination of broilers. **Poultry Science** v.80 (3) p.278-283. 2001

CAMPOS, M.P.A. Utilização de ácido fumárico em dietas de frangos de corte com baixa energia metabolizável. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.26, n.1, p-35-39, 2004.

CANIBE, N. *et al.* Effect of K-diformate in starter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets and on gastric alterations. **Journal Animal Science**, 79:2123-2133. 2001.

CASEWELL, M. *et al.* The European ban on growth-promoting antibiotics and its

consequences for animal and human health. Disponível em:< <http://www.npa-uk.net/Library/European>> Acesso em: 17 nov. 2006

CAVE , N.A.G. Effect of dietary propionic and lactic acids on feed intake by chicks. **Poultry Science**. V63, p.131-134, 1984.

CHERRINGTON, et al. Short-chain organic acids at pH 5,0 kill *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. Without causing membrane perturbation. **Journal Appl Bacteriol**, v70 p.161-164, 1991.

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

CLOSE, W. H. **Producing pigs without antibiotic growth promoters**. Advances in Pork Production, v.11,p.47-56, 2000.

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

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

EIDELSBURGER, U. Feeding short-chain organic acids to pigs. Nottingham. Nottingham University Press. p.107-121. 2001

FERNANDEZ, S.; CAMINO, T. Ácidos orgânicos em primeiras idades.

FOSTER, J. W. **When próton attack: Microbial strategies of acid adaptation**. Curr.Opin. Microbiology. 49:145-174. 1999.

FRANCO et al.: Efeito da utilização do ácido orgânico diformiato de potássio sobre a morfologia do intestino de frango de corte In. CONFERÊNCIA APINCO 95 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, SP, **Anais...APINCO**, 2005.

GAM A, N.M. Q.; et al. Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30 n.3, p. 499-505, 2000.

GAUTHIER, R. **Intestinal Health, the key to productivity (the case of organic acids)** XXVII Convencion ANECA – WPDC,. México 2002

HARRIS, D. C. Quantitative chemical analysis. 5 ed. New York: W. H. Freeman Appendix G p. ap15-ap26, 1999

HINTON, A. Jr.; BUHR, R. J.; e INGRAM, K. D. Reduction of Salmonella in the crop of broiler chickens subjected to feed withdrawal. **Poultry Science**, 79:1566-1570. 2000.

KIRCHGESSNER, M. et al. Nutritive effect of fumaric acid related to suboptimal protein content and quality of feed production performance of layers. **Archive Geflugelkd, Luxemburg**, v.5, p.27-36, 1992.

KRABBE, E. L. Alternativas aos promotores de crescimento convencionais – Potencial e viabilidade . In: PRÉ- SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL: AVES E SUÍNOS, Concordia: Embrapa Suíno e Aves. Santa Mara, RS, p.61-69, **Anais ...2001**.

LABORATÓRIO DE MIRMECOLOGIA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.cepec.gov.br/laboratórios/mirmecologia/mirformigas.htm>> Acesso em: 26/04/2007.

LEESON, STEVE. **Temas de interés presentes y futuros em nutricion de aves**. XXII Curso de Especializacion FEDNA. p.143-150. Barcelona.2006.

LE, N.Y. Use of organic acids in poultry production. Mode of action ad applications. I Fórum internacional de avicultura. Foz de Iguaçu. 2005. p.158-164

LORENÇON L., NUNES R.V.N., POZZA P.C., et al. Utilização de promotores de crescimento para frangos de corte em rações fareladas e peletizadas. **Acta Sci Animal** 29:151-158. 2007.

MACHADO, A.M.B., DIAS E.S., SANTOS E.C.S., FREITAS R.T.F., Composto exaurido do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos de corte. **Rev. Bras. Zootecnia** 36: 1113-1118. 2007.

MARTINS, A.D.O. et al. Resistência de bactérias lácticas , isoladas de fezes de

suínos e sua capacidade antagônica frente a microrganismos indicadores. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.1, p 53-59, 2006.

MARTINS, P.E. **Avaliação do uso de diformiato de potássio sobre o desenvolvimento produtivo e reprodutivo de matrizes de corte**. 2005. 78p. Dissertação - Pós graduação de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

MROZ, Z. Acidifiers, phytases and their interactions in feeding of pigs and poultry. Technical meeting on additives and new feed technologies. Effects of their interactions and specifications of use. Madrid, p.1-51. 2005.

MURRAY, R.H .et al. Herper's biochemistry, 22 ed. New York: Worth Publishers, p.720, 1990.

PARTANEN, K.; SILJANDER-RASI, H.; ALAVIUHKOLA, T.; SUOMI, K.; FOSSI, M. **Performance of growing-finishing pigs fed medium or high-fiber diets supplemented with avilamycin, formic acid and formic acid-sorbate blend**. *Livestock Production Science*, 2002, 73: 139-152.

PARTANEN, K. et al. Effect of dietary carbadox or formic acid and fibre level on ileal and faecal nutrient digestibility and microbial metabolite concentrations in ileal digesta of the pig. **Animal Feed Science and Technology** 2001, 93: 137-155.

PENZ Jr. A. M.; SILVA, A. B.; RODRIGUES O. Os ácidos orgânicos na alimentação de aves. Conferência Apinco 93 de Ciências e tecnologias Avícolas;p.111-119, 1993.

PROTECTED. Protected organic acids for poultry feeds. Disponível em:< http://www.jefo.ca/pdf/gallacid_eng.pdf>. Acesso em: 27 de Jan. 2007

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

ROE, M.T.; PILLAI, S.D. Monitoring and identifying antibiotic resistance mechanisms in bacteria. **Poultry Science**, Savoy, v.82, p.632-639, 2003.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, R.; OKADA, A.K. Desempenho de poedeiras alimentadas com rações contendo ácido fumárico. In.: **Rev. Ciência Rural**, V.28, n.1, p.131-138, 1998.

SNYDER, C. H. THE Extraordinary chemistry of ordinary things. 2 ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, p.242-245, p.574-575, 1995.

THAELA, M.J. et al. Circadian and Ultradian Variation in Pancreatic Secretion of Meal-Fed Pigs After Weaning. **American Society of Animal Science**. 76:1131-1139, 1998

TSUHAHARA, T.; KOYAMA, H.; OKADA, M.; USHIDA, K. Stimulation of butyrate production by gluconic acid in batch culture of pig cecal pigesta and identification of butyrate-producing bacteria, **Journal. Nutr.** 132:p. 2229-2234, 2002.

VASSALO, M.; FIALHO E.T.; OLIVEIRA A.I.G. et al. Probióticos para leitões dos 10 aos 30kg de peso vivo. **Revista Soc. Bras. Zootecnia** 1:131-138. 1997

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Ácidos orgânicos e suas misturas em dietas de suínos. II Simpósio sobre nutrição de aves e suínos. Cascavel p.153-182 2004

WALDROUP, A.; PATTEN, J. D. Use of organic acid in the broiler diets. **Poultry Science**, v67:1178-1182. 1988

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

YAIJIMA, H.H. et al., Avaliação de acidificante em aves de postura comercial. **Arquivo Instituto Biológico** 2002. São Paulo, v.69 (supl.) 306p. p.135-135.

CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFORMIATO DE SÓDIO

RESUMO: Atualmente, a principal fonte de sódio utilizada na nutrição de frangos de corte é o NaCl, substância higroscópica que apresenta certos entraves ao uso como, por exemplo, aceleração do processo de corrosão de equipamentos. Uma alternativa às fontes de sódio é o diformiato de sódio, que é um sal derivado do ácido fórmico. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do diformiato de sódio sobre o desempenho de frangos de corte, sob duas formas: avaliando sua bioequivalência com o NaCl e, também, a substituição do cloreto de sódio pelo diformiato. Foram realizados dois experimentos e utilizados 300 pintos de corte em cada um deles. As aves foram mantidas em baterias de três andares, aquecidas artificialmente. Cada experimento foi dividido em 5 tratamentos de 6 repetições; no primeiro experimento foi avaliada a substituição do NaCl pelo diformiato de sódio e, no segundo, avaliou-se o efeito da bioequivalência do diformiato de Na em relação ao NaCl. Em ambos os experimentos, as aves foram pesadas ao alojamento, aos 7, 14 e 21 dias, para avaliação do consumo de ração (CR), do ganho de peso (GP) e da conversão alimentar (CA). Ainda, aos 7 e aos 21 dias, foram avaliados o consumo de água (Cag.) e a umidade das excretas (U). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). No período de avaliação, de 1 a 21 dias de idade, o uso de diformiato de sódio como fonte exclusiva de Na⁺ prejudica o desempenho das aves, bem como reduz o consumo de água. A utilização de NaCl e diformiato de sódio, em conjunto, como fontes de Na⁺ nas dietas, não apresenta efeitos sobre o desempenho de frangos de corte.

Palavras chave: Desempenho. Diformiato de sódio. Frangos de corte.

EVALUATION OF PERFORMANCE OF BROILERS FED DIETS WITH SODIUM FORMIATE

ABSTRACT: Currently, the main source of sodium used in nutrition of broilers is NaCl, hygroscopic substance which presents certain obstacles to use such as acceleration of the corrosion of equipment. An alternative to the sources of sodium is the formiate sodium, which is a salt derived from formic acid. The objective of this study was to evaluate the action of sodium formiate on the performance of broilers, in two forms: assessing its bioequivalence with the NaCl and also the replacement of sodium chloride by formiate. There were two experiments and used 300 chicks cutting into each one. The birds were kept in batteries of three floors, heated artificially. Each experiment was divided into 5 treatment of 6 replicates, in the first trial was evaluated by the replacement of NaCl formiate sodium and, in the second, evaluated the effect of bioequivalence of formiate Na in relation to NaCl. In both experiments, the birds were weighed to housing, to 7, 14 and 21 days to evaluate the consumption of diet (CR) of weight gain, (GP) and feed conversion (CA). Still, at 7 and 21 days, were assessed the consumption of water (Cag.) and humidity of faeces (U). The data were submitted to the analysis of variance (ANOVA).

In the assessment period, from 1 to 21 days of age, the use of sodium formiate as sole source of Na⁺ affect the performance of birds, and reduces the consumption of water. The use of NaCl and formiate sodium, together, as sources of Na⁺ in the diet, shows no effect on the performance of broilers.

Key words: Sodium diformiate. Performance. Broilers.

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de atingir a máxima eficiência na produção de frangos de corte, a indústria avícola tem buscado várias alternativas como, por exemplo, melhorias no manejo, intenso controle sanitário e, principalmente, a utilização de aditivos nas rações. Todas essas modificações surgem como maneiras à redução dos custos de produção e ao aumento da produtividade. O diformiato de sódio é um desses aditivos, atualmente utilizados e amplamente estudados por inúmeros pesquisadores.

A fonte de sódio mais utilizada na nutrição das aves é o NaCl; porém, por se tratar de uma substância higroscópica, promove perdas por causar empedramento e por acelerar o processo de corrosão de equipamentos. Com isso, o diformiato de sódio surge como alternativa às fontes de sódio e, além de suplementar Na⁺, possui ação antimicrobiana sobre a microflora intestinal, por ser derivado do ácido fórmico. Segundo BELLAVER E SCHEUERMANN (2004), tal ação deve-se ao efeito ânion do ácido orgânico, sendo esse efeito similar em sais de ácidos orgânicos (no caso, o diformiato de Na⁺).

O nível de Na⁺ recomendado pelo NRC (1994), de 0,20%, tem sido questionado por diversos autores. O máximo desempenho de frangos de corte foi observado por BRITTON (1992), com a utilização de 0,39% de sódio na primeira semana de idade. Da mesma forma, VIEIRA *et al.* (2000) recomendam o uso de dietas com níveis de sódio entre 0,35 e 0,39%, durante o mesmo período. No mesmo estudo, estes autores concluíram ainda que o excesso de sódio resulta em retenção de água na carcaça das aves, avaliando pintos de 4 a 7 dias de idade. Além de aumentar o consumo de água pelas aves, o excesso de sódio, bem como de potássio e cloro, são responsáveis por alterar o equilíbrio ácido-básico das dietas. A manipulação deste equilíbrio nas dietas consiste em uma das principais formas de evitar as perdas decorrentes do estresse calórico. Tal controle é realizado por meio da relação entre os íons Na⁺, K⁺ e Cl⁻. Em situação de estresse calórico, a concentração plasmática destes íons é diretamente afetada; Na⁺ e K⁺ diminuem, enquanto os níveis de Cl⁻ aumentam (BELAY & TEETER, 1993). Existe um grande conflito na literatura, onde vários valores são apresentados como sendo ideais; segundo MONGIN (1981), deve ser de aproximadamente 250 mEq/kg de ração,

RONDÓN (1999) afirma que valores entre 245 e 315 mEq/kg são ideais, já BORGES *et al.* (2003), assume valores entre 207 e 236 mEq/kg.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do uso de diformiato de sódio sobre o desempenho de frangos de corte, sob duas situações: avaliando os efeitos da substituição do NaCl pelo diformiato de Na e, também, avaliando sua bioequivalência em relação ao NaCl.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, nos quais as aves foram mantidas em baterias de três andares, divididas em boxes de 0,98 x 0,90 x 0,50 cm (c x l x h) e aquecidas artificialmente. No primeiro experimento, objetivou-se avaliar o efeito da substituição do NaCl pelo diformiato de sódio sobre o desempenho das aves. No segundo experimento, o objetivo foi o de avaliar a bioequivalência do diformiato de Na em relação ao NaCl e, da mesma forma, avaliar os efeitos sobre o desempenho das aves. Em cada um dos experimentos, foram utilizados 300 pintos de corte de linhagem comercial, machos, criados de 1 a 21 dias de idade. As aves foram alojadas em cinco tratamentos de seis repetições cada, sendo os tratamentos divididos de acordo com o nível de adição do diformiato às dietas. Na tabela 5 estão relacionadas as variações da composição eletrolítica das dietas experimentais utilizadas; nas dietas do experimento 2 foi adicionado cloreto de amônia, com o objetivo de manter constante o nível de cloreto entre os tratamentos. Em ambos os experimentos, as dietas utilizadas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo os padrões nutricionais recomendados pelas tabelas Brasileiras para Suínos e Aves. As aves foram pesadas ao alojamento, aos 7, 14 e 21 dias de idade, para determinação do consumo de ração (CR), do ganho de peso (GP) e da conversão alimentar. Ainda, aos 7 e aos 21 dias, foram avaliados o consumo de água (Cag.) e a umidade das excretas (U). Os dados obtidos foram posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA).

TABELA 5 - VARIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO ELETROLÍTICA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS (%)

EXP 1					
Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5
Sal Comum	0,410	0,000	0,000	0,000	0,000
Diformiato de Sódio	0,000	0,580	0,825	1,090	1,350
Cloreto de Amônia					
Composição calculada					
Na, %	0,21	0,13	0,17	0,21	0,25
K, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Cl, %	0,28	0,07	0,09	0,11	0,12
BE (mEq/kg)	213	238	251	264	277
EXP 2					
Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5
Sal Comum	0,410	0,310	0,200	0,100	0,000
Diformiato de Sódio	0,000	0,280	0,550	0,820	1,090
Cloreto de Amônia	0,000	0,090	0,180	0,270	0,360
Composição calculada					
Na, %	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
K, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Cl, %	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34
BE (mEq/kg)	213	210	205	201	197

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 6 podem ser observados os valores de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, referentes ao experimento 1.

TABELA 6 - EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO NaCl PELO DIFORMIATO DE SÓDIO (EXPERIMENTO 1) SOBRE O CONSUMO DE RAÇÃO (CR), GANHO DE PESO (GP) E CONVERSÃO ALIMENTAR (CA) DE FRANGOS DE CORTE AOS 7, 14 E 21 DIAS DE IDADE.

7 dias			
Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA
T1	154,05 ^a	134,24 ^a	1,18 ^a
T2	147,35 ^{ab}	110,12 ^c	1,34 ^c
T3	146,33 ^b	118,08 ^{bc}	1,24 ^b
T4	144,50 ^b	118,50 ^{bc}	1,22 ^{ab}
T5	144,00 ^b	121,00 ^b	1,19 ^{ab}
CV (%)	4,09	7,88	6,32
P	0,017	0,001	0,001
14 dias			
Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA
T1	539 ^a	453 ^a	1,19 ^a
T2	513 ^{ab}	411 ^b	1,35 ^b
T3	505 ^c	399 ^b	1,27 ^b
T4	503 ^c	398 ^b	1,24 ^b
T5	487 ^c	361 ^c	1,25 ^b
CV (%)	4,39	8,21	4,76
P	0,001	0,001	0,001
21 dias			
Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA
T1	1133 ^a	930 ^a	1,22 ^a
T2	1017 ^b	776 ^c	1,31 ^c
T3	1078 ^{ab}	860 ^b	1,25 ^{ab}
T4	1074 ^{ab}	857 ^b	1,25 ^{ab}
T5	1105 ^a	860 ^b	1,28 ^{bc}
CV (%)	5,08	7,11	3,22
P	0,001	0,001	0,001

Média seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Aos 7 dias, houve queda de consumo em todos os tratamentos onde o diformiato de sódio foi utilizado. O tratamento controle (T1) apresentou consumo

estatisticamente igual ao T2, porém, diferente dos demais. As diferenças nesta fase devem-se, possivelmente, ao baixo consumo de ração, associado-se às reservas de sódio e cloro que a ave possui após a eclosão. Assim como ocorrido com o consumo de ração, o ganho de peso das aves também foi reduzido significativamente nos tratamentos onde o diformiato de sódio foi utilizado, sendo T2, onde os níveis de Na^+ e Cl^- foram os menores entre os tratamentos (0,13% e 0,07%, respectivamente), aquele que apresentou menor ganho de peso. A conversão alimentar das aves foi, da mesma forma, afetada pela adição de diformiato às dietas; o pior índice de conversão alimentar foi observado no T2. Aos 14 dias, o diformiato de sódio foi responsável por causar reduções de consumo, bem como efeitos negativos sobre o ganho de peso e a conversão alimentar, em todos os tratamentos nos quais foi adicionado.

Aos 21 dias, o menor consumo de ração foi observado no tratamento 2; T5 (0,25% Na), por sua vez, apresentou consumo de ração igual ao T1 (controle). O ganho de peso e a conversão alimentar das aves também foram afetados negativamente nesse período, assim como ocorrido nas avaliações anteriores. Em todas as avaliações realizadas no experimento 1, o aumento das doses de diformiato de sódio foi acompanhado por reduções no ganho de peso. As aves do T2 foram as que apresentaram o menor ganho de peso aos 7 e aos 21 dias, fato esse associado à deficiência de sódio e cloro da ração (0,13% e 0,07%, respectivamente) e ao desequilíbrio dos eletrólitos essenciais à manutenção do equilíbrio ácido-básico da dieta (Na^+ , K^+ e Cl^-); nos tratamentos T3, T4 e T5, os índices de balanço eletrolítico foram de 251, 264 e 277 mEq/kg, respectivamente, estando próximo dos valores recomendados por OVIEDO (1999) e BORGES (2001) para o período (1 a 21 dias). Provavelmente, a redução do desempenho das aves foi causada pela deficiência do íon cloro nas dietas (0,09%, 0,11% e 0,12%, respectivamente). O NRC (1994) recomenda valores iguais a 0,30%, 0,20% e 0,20% para K^+ , Na^+ e Cl^- , respectivamente, no período de 0 a 3 semanas de idade; para o período de 3 a 6 semanas, a recomendação é de 0,20% de K^+ , 0,15% de Na^+ e 0,15% de Cl^- . Ainda, o uso do diformiato de sódio em níveis crescentes ocasionou uma diminuição do consumo de ração, apesar dos níveis de sódio serem crescentes e se aproximarem daqueles preconizados para a fase inicial. A causa de tal redução sobre o consumo se baseia no desequilíbrio ácido-básico (influenciado pelos íons de Na^+ , K^+ e Cl^- , conforme relata MONGIN (1981)) e na evidente deficiência de Cl^- das dietas.

A tabela 7 apresenta os resultados obtidos nas avaliações de consumo de água e umidade das excretas das aves do experimento 1, aos 7 e aos 21 dias de idade. Aos 7 dias, a adição de diformiato de sódio à dieta, como substituto do sal comum, levou ao menor consumo de água, em todos os tratamentos. Da mesma forma, a umidade das excretas (à 65°C) foi reduzida. Também aos 7 dias, porém à temperatura de 105°C, não foram observadas diferenças entre a umidade das excretas das aves. Aos 21 dias, foram observados aumentos no consumo de água, bem como na umidade das excretas.

TABELA 7: EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DO NaCl PELO DIFORMIATO DE SÓDIO (EXPERIMENTO 1) SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA (CAG.), UMIDADE DAS EXCRETAS A 65°C E A 105°C (U 65°C E U 105°C), MATÉRIA SECA DAS EXCRETAS A 65°C E A 105°C (MS 65°C E MS 105°C) DE FRANGOS DE CORTE, AOS 7 E AOS 21 DIAS DE IDADE

7 dias					
Tratamentos	Cag. (g)	U 65° (%)	MS 65° (%)	U 105° (%)	MS 105° (%)
T1	42,148 ^a	75,769 ^a	24,231 ^a	73,817	26,129
T2	31,380 ^b	72,234 ^b	27,766 ^b	83,306	16,694
T3	32,167 ^b	72,585 ^{ab}	27,415 ^{ab}	71,091	28,909
T4	31,417 ^b	72,697 ^{ab}	24,303 ^{ab}	71,309	28,691
T5	35,667 ^b	75,025 ^{ab}	24,975 ^{ab}	73,864	26,136
CV (%)	15,77	3,12	8,74	16,6	49,05
P	0,001	0,009	0,009	0,442	0,442
21 dias					
Tratamentos	Cag. (g)	U 65° (%)	MS 65° (%)	U 105° (%)	MS 105° (%)
T1	175,569 ^{ab}	75,892 ^{ab}	24,108 ^{ab}	75,187 ^{ab}	24,813 ^{ab}
T2	161,387 ^a	74,977 ^a	25,023 ^a	74,310 ^a	25,690 ^a
T3	188,716 ^b	77,209 ^{ab}	22,791 ^{ab}	76,733 ^{ab}	23,267 ^{ab}
T4	177,600 ^b	77,702 ^{ab}	22,298 ^{ab}	76,854 ^{ab}	23,146 ^{ab}
T5	182,095 ^b	78,632 ^b	21,368 ^b	78,382 ^b	21,618 ^b
CV (%)	8,47	2,81	9,36	3,17	10,2
P	0,005	0,016	0,016	0,023	0,023

Média seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Estes resultados são condizentes com os de BORGES (1997), onde níveis

crescentes de sódio levaram ao aumento da ingestão de água, porém, nas fases finais de criação. O tratamento T2, por sua vez, não apresentou alterações no consumo de água e conseqüentemente, na umidade das excretas.

Várias pesquisas avaliaram o impacto da suplementação de níveis crescentes de sódio sobre o desempenho e o consumo de água. BRITON (1992), avaliando o efeito da suplementação de níveis crescentes de sódio (0,08%, 0,16%, 0,24%, 0,32%, 0,40%, e 0,48%) para frangos de corte até 7 dias de idade, na forma de NaCl, sugeriram que a exigência de Na⁺ na primeira semana de vida das aves é de aproximadamente 0,39%. Por sua vez, MAIORKA et al. (1998) determinaram exigência de 0,40%, para esta fase. O melhor ganho de peso foi associado ao aumento no consumo de ração, provavelmente influenciado pelo aumento no consumo de água estimulado pela ingestão de Na. Semelhantemente, BORGES et al. (1999a) observaram que o consumo de água aumenta linearmente com o aumento da relação eletrolítica na dieta pré-inicial, principalmente com o aumento dos níveis de Na⁺ da dieta, uma vez que a ave tenta satisfazer a sensação de sede criada pelo aumento na ingestão de Na⁺.

Na tabela 8 podem ser observados os resultados obtidos para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, referentes ao experimento 2.

Nesse experimento, além da adição de diformiato de sódio às dietas, cloreto de amônia também foi adicionado, com o objetivo de realizar a correção dos teores de cloro. Em nenhuma das avaliações realizadas foram observadas diferenças significativas sobre o desempenho das aves. Resultados semelhantes foram encontrados por FISHER DA SILVA et al. (2000), onde a utilização de NaCl e de diformiato, como fontes de sódio, não teve efeito sobre o desempenho de frangos de corte, no período de 21 a 42 dias de idade.

TABELA 8 - EFEITOS DA BIOEQUIVALÊNCIA DO DIFORMIATO DE SÓDIO EM RELAÇÃO AO NaCl (EXPERIMENTO 2) SOBRE O CONSUMO DE RAÇÃO (CR), GANHO DE PESO (GP) E CONVERSÃO ALIMENTAR (CA) DE FRANGOS DE CORTE AOS 7, 14 E 21 DIAS DE IDADE

7 dias			
Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA
T1	173	147	1,18
T2	173	148	1,17
T3	177	152	1,17
T4	177	149	1,19
T5	1973	145	1,2
CV (%)	3,5659	6,4631	5,0539
P	0,5807	0,781	0,8582
14 dias			
Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA
T1	572	467	1,22
T2	574	471	1,22
T3	581	473	1,23
T4	583	472	1,24
T5	582	461	1,26
CV (%)	2,4294	3,138	2,3787
P	0,5535	0,625	0,0574
21 dias			
Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA
T1	1335	943	1,42
T2	1339	954	1,4
T3	1320	934	1,41
T4	1323	915	1,45
T5	1332	914	1,46
CV (%)	2,1621	3,971	3,2243
P	0,7808	0,2643	0,2012

Média seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

A tabela 9 apresenta os dados referentes ao consumo de água e a umidade das excretas das aves do experimento 2. Assim como sobre o desempenho, sobre

estes parâmetros, não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

TABELA 9 - EFEITOS DA BIOEQUIVALÊNCIA DO DIFORMIATO DE SÓDIO EM RELAÇÃO AO NaCl (EXPERIMENTO 2) SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA (CAG.), UMIDADE DAS EXCRETAS A 65°C E A 105°C (U 65°C E U 105°), MATÉRIA SECA DAS EXCRETAS A 65°C E A 105°C (MS 65°C E MS 105°) DE FRANGOS DE CORTE, AOS 7 E AOS 21 DIAS DE IDADE

Tratamentos	Cag. (g)	U 65° (%)	MS 65° (%)	U 105° (%)	MS 105° (%)
T1	240,10	71,23	28,77	71,87	28,13
T2	246,75	71,23	28,77	71,91	28,09
T3	252,10	70,04	29,95	72,01	27,99
T4	241,83	71,05	28,95	72,45	27,55
T5	243,81	70,86	29,14	71,26	28,74
CV (%)	6,0355	3,0595	7,4481	3,3111	8,4727
P	0,7089	0,8887	0,8887	0,9516	0,9516

Tratamentos	Cag. (g)	U 65° (%)	MS 65° (%)	U 105° (%)	MS 105° (%)
T1	211,93	76,70	23,296	77,51	22,49
T2	223,87	76,38	23,615	77,08	22,92
T3	204,25	77,11	22,887	77,17	22,83
T4	222,11	76,23	23,773	77,42	22,57
T5	212,61	77,27	22,731	77,22	22,78
CV (%)	8,8753	2,6241	8,6573	1,4742	5,0144
P	0,3858	0,8949	0,8949	0,9696	0,9696

Média seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

O Na⁺, o K⁺ e o Cl⁻ são eletrólitos fundamentais na manutenção da pressão osmótica e no balanço ácido-básico dos líquidos corporais. Quantidades mínimas destes eletrólitos são exigidas pelas aves em suas dietas para que suas necessidades nutricionais sejam satisfeitas, sendo fundamental a manutenção das proporções corretas entre os eletrólitos (BORGES et al., 1999b). No primeiro experimento realizado, grandes variações nos níveis de cloro, juntamente com baixos índices de balanço eletrolítico, foram responsáveis pelo pior desempenho das aves quando da adição de diformiato de Na⁺ às dietas. No segundo experimento,

onde foram adicionados à dieta o diformiato de sódio e o NaCl como fontes de sódio, e o cloreto de amônia, como fonte de cloro, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Quando utilizado como única fonte de sódio da dieta, o diformiato de Na⁺ levou a redução no consumo de água pelas aves, isso por diminuir a concentração de Na⁺ nas dietas, evitando o aumento da resistência osmótica do sangue, responsável pela sensação de sede.

As aves têm um controle de ingestão de água bem desenvolvido. O balanço hídrico é estabelecido pelo equilíbrio entre os compartimentos intracelular, intersticial e o plasma. O movimento da água é iniciado quando há um distúrbio na osmolalidade entre dois compartimentos, sendo que o déficit resultará em redução no volume sangüíneo e no aumento da osmolalidade do plasma. Qualquer que seja a razão da desidratação, os fluídos intracelular, intersticial e o plasma repartem o déficit de água. Neste caso específico, a baixa ou alta suplementação de eletrólitos pode alterar a perda de água e comprometer a volemia. O volume sangüíneo reduzido acarretará em estímulo das células justaglomerulares do rim para produção de renina, que converte o angiotensinogênio em angiotensina I e II, provocando estímulo no centro da sede e aumentando a ingestão de água. O aumento da osmolalidade do plasma também ativa osmorreceptores que estimulam o centro da sede, aumentando a ingestão de água. Os receptores de estiramento, presentes nas grandes veias e no átrio, podem ser estimulados por uma queda no retorno venoso, sendo que estes barorreceptores agem por via vagal aferente, estimulando os centros da sede. Deste modo, a ingestão de água por parte das aves pode ser induzida por desidratação celular, pela desidratação extracelular e pelo sistema renina-angiotensina (MACARI, 1996).

Para BORGES *et al.* (2004), a ave tem capacidade de regular o volume de água ingerida por meio da excreção urinária. A quantidade de eletrólitos excretados via urinária depende da concentração destes na ração e da temperatura do ambiente; com isso, o animal corrige os distúrbios no equilíbrio ácido-base, provocados por maiores ou menores suplementações de cátions ou ânions.

4 CONCLUSÃO

O diformiato de sódio pode ser usado como fonte de sódio para frangos. O desempenho das aves não é afetado quando o diformiato de Na⁺ e o sal comum são utilizados simultaneamente como fontes de sódio; neste caso, faz-se necessária a adição de uma fonte de Cl⁻ às dietas, com o objetivo de corrigir os níveis cloreto da ração, de acordo com a necessidade das aves.

5 REFERÊNCIAS

BELAY, T.; TEETER, R.G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, v. 72, p. 116-124, 1993.

BELLAVER, C; SCHEUERMANN, G. Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte. **Revista Avicultura Industrial**, edição 1.128, 2004.

BORGES, S.A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. Dissertação de Mestrado, UNESP Jaboticabal, p. 84, 1997.

BORGES, S.A. **Balço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. 2001. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; SANTIN, E.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAIORKA, A. Balço eletrolítico em dietas pré-iniciais de frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 1, n. 3, p. 175-179, 1999a.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; MARTINS, C.L.; MORAES, V.M.B. Suplementação cloreto de potássio para frangos de corte submetidos à estresse calórico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 313-319, 1999b.

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; ARIKI, J.; HOOGE, D.M.; CUMMINGS, K.R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient

temperatures and relative humidities. **Poultry Science**, v. 82, p. 301-308. 2003.

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAIORKA, A.; HOOGE, D.M.; CUMMINGS, K.R. Effects of diet and cyclic heat stress on electrolyte, nitrogen and water intake, excretion and retention by colostomized male broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 5, p. 313,321, 2004.

BRITON, W.M. Effect of dietary salt intake on water and feed consumption. In: Nutr. Proceedings Conference for Feed Ind. Georgia, p. 48-53, 1992.

FISHER DA SILVA, A.V.; FLEMING, J.S.; BORGES, S.B. Fontes de sódio e relação sódio: cloro para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, vol.2. Campinas, Jan-Abr, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. 1994. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal, FUNEP 296 p.

MAIORKA, A.; MAGRO, N.; BARTELS, H.A.; PENZ JR., A.M. Efeito do nível de sódio e diferentes relações entre sódio, potássio e cloro, em dietas pré-iniciais no desempenho de frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** Botucatu, p. 478-480, 1998.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance in poultry. **Recent Adv. Anim. Nutr.** 109-119p. Publ-Butterworths, London, 1981.

NRC, National Research Council. Nutrient requirements of poultry. Washington, Nacional Academy, p. 155, 1994.

OVIEDO, E.O. **Exigências nutricionais de Sódio e Cloro para Frangos de Corte.** Dissertação de Mestrado, UEM – PR. 181p. 1999.

RONDÓN, E.O.O. **Exigências nutricionais de sódio e cloro para frangos de corte.** Dissertação de Mestrado. UEM – Maringá. Brasil. p. 77. 1999.

VIEIRA, S.L., PENZ JR., A.M., METZ, M. POPHAL, S. Reassessing sodium requirement for the 7-day-old broiler chick. **Poultry Science**, 2000.

CAPÍTULO III: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFORMIATO DE POTÁSSIO

RESUMO: A proibição do uso de antibióticos como aditivos promotores de crescimento causou grandes impactos à avicultura de corte, trazendo consigo a necessidade do desenvolvimento de novos aditivos. O diformiato de potássio (DK), que é um sal de ácido fórmico, surge como uma dessas alternativas. O presente experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a ação do DK sobre o desempenho de frangos de corte. Foram utilizados 1.800 pintos de corte, machos e da linhagem ROSS, criados de 1 a 42 dias de idade. As aves foram divididas em 2 experimentos de 900 aves cada e, em seguida, separadas aleatoriamente em 5 tratamentos com 6 repetições; a variação entre os tratamentos foi a quantidade de DK adicionada às dietas (0, 3, 6, 9 e 12 kg DK/ton). No primeiro dos experimentos realizados, as aves foram alimentadas com dietas contendo DK durante o período de 1 a 42 dias. No segundo experimento, receberam DK apenas no período de 21 a 42 dias de idade. Em ambos, as aves foram pesadas ao alojamento, aos 21 e aos 42 dias e, posteriormente, os dados obtidos foram submetidos a uma análise de regressão polinomial. Os resultados mostraram que o DK reduz o consumo de ração e o ganho de peso das aves, sem afetar a conversão alimentar. As altas doses de DK utilizadas levaram ao desequilíbrio ácido-básico das dietas, causado pelo excesso de potássio, tendo por conseqüência efeitos negativos sobre o desempenho das aves.

Palavras chave: Balanço eletrolítico. Desempenho. Diformiato de potássio.

EVALUATION OF PERFORMANCE OF BROILERS FED DIETS WITH POTASSIUM DIFORMIATE

ABSTRACT: The prohibition of the use of antibiotics as growth promoters additives caused great impacts on poultry, bringing the need for the development of new additives. The potassium diformiate (DK), which is a salt of formic acid, is emerging as one of those alternatives. This experiment was conducted to evaluate the action of DK on the performance of broilers. There were used 1,800 broiler chicks, male of ROSS breed, raised from 1 to 42 days old. The birds were divided into two trials of 900 birds each, and then randomly separated by five treatments with six replications, the variation between treatments was the amount of DK added to the diets (0, 3, 6, 9 and 12 kg DK / ton). In the first of the experiments carried out, the birds were fed diets containing DK during the period 1 to 42 days. In the second experiment, DK received only in the period from 21 to 42 days old. In both, the birds were weighed to housing, at 21 and 42 days and then the data were subjected to a regression analysis polynomial. The results showed that the DK reduces the consumption of diet and weight gain of birds, without affecting feed conversion. High doses of DK used led to the acid-base imbalance of diets, caused by excess potassium, and consequently negative effects on the performance of birds.

Key words: Electrolytic balance. Performance. Potassium diformiate.

1 INTRODUÇÃO

O progresso da avicultura se deve ao desenvolvimento científico e tecnológico ocorrido nos diversos setores da atividade como, por exemplo, no manejo, na genética, na sanidade e, também, na nutrição. A busca por dietas cada vez mais adequadas às reais necessidades das aves é intensa e o desenvolvimento de novos aditivos com o objetivo de melhorar o aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, a produtividade, contribui para isso.

Com a recente proibição do uso de antibióticos como aditivos promotores de crescimento imposta pelos principais importadores da carne de frango brasileira, a necessidade do desenvolvimento de novos aditivos, alternativos aos antibióticos, aumentou e se tornou fundamental para a manutenção da competitividade da avicultura brasileira no cenário internacional.

Dentre os vários produtos que vêm sendo estudados figuram os ácidos orgânicos, ou ácidos carboxílicos, substâncias que contêm uma ou mais carboxilas em suas moléculas (HART & SCHUETZ, citados por PENZ *et al.* 1993) e que fazem referência aos ácidos fracos, de cadeia curta (C1-C7), que produzem menos prótons por molécula quando se dissociam (DIBNER & BUTTIN, 2002). Os ácidos orgânicos possuem função antimicrobiana e alguns como o acético, butírico, fumárico, propiônico e fórmico, são utilizados há alguns anos na nutrição animal (CHERRINGTON *et al.* 1991), principalmente na suinocultura, onde o seu uso na nutrição de leitões já é prática comum e tem como objetivo auxiliar a digestão protéica, além de controlar o desenvolvimento bacteriano intestinal (COLE *et al.*, 1968; RISLEY *et al.*, 1991). Na avicultura, supõe-se que a função antimicrobiana dos ácidos orgânicos é de maior importância, visto a maior capacidade de digestão protéica das aves em relação aos suínos, em idades fisiologicamente similares (NOY & SKLAN, 1995). Tal ação se deve ao poder inibitório que possuem sobre os microorganismos, acidificando o meio e impedindo seu desenvolvimento nas matérias primas e nas rações (PENZ *et al.*, 1993).

A adição de ácido fórmico à dieta resultou na diminuição do pH do intestino delgado e também na quantidade de enterobactérias (CANIBE & JENSEN, 2001a). PAULISCK *et al.* (1996) observaram que a adição de diformiato de potássio (DK) nas dietas promove melhoria do crescimento em suínos; contrariamente, de acordo

com CANIBE *et al.* (2001b), a adição de 1,8% de DK em dietas para leitões desmamados não altera o consumo de ração, o ganho de peso ou a conversão alimentar. O DK foi desenvolvido como alternativa ao ácido fórmico, devido aos problemas gerados durante sua manipulação (odor forte e corrosão de equipamentos durante o processamento de rações). Existem poucos estudos com o DK e seus benefícios na nutrição de frangos de corte e os resultados disponíveis não são suficientes para a determinação de seus reais efeitos sobre o desempenho das aves. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da adição de diformiato de potássio (DK) às dietas, sobre o desempenho de frangos de corte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados 1.800 pintos de corte, machos, da linhagem ROSS, oriundos de matrizes de 47 semanas de idade. As aves foram divididas, aleatoriamente, em dois experimentos com 900 aves cada. No experimento 1, as aves foram divididas em 5 tratamentos, com 6 repetições cada, sendo alimentadas com dietas contendo doses crescentes de DK (0, 3, 6, 9 e 12 kg DK/ton ração), no período de 1 a 42 dias de idade. No experimento 2, os pintos foram, da mesma forma, divididos em 5 tratamentos com 6 repetições cada, sendo utilizadas as mesmas doses de DK; porém, apenas no período de 21 a 42 dias. Neste segundo experimento as aves foram mantidas, até o 21º dia de idade com uma dieta padrão para todos os tratamentos (a mesma utilizada no EXP. 1 para o período, sem a adição de DK). Em ambos os experimentos, as aves foram pesadas ao alojamento, aos 21 e aos 42 dias de idade, para a avaliação do consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial. Na tabela 10, estão apresentadas as composições calculadas das dietas experimentais utilizadas. As tabelas 11 e 12 apresentam os níveis de Na⁺, K⁺ e Cl⁻, além dos balanços eletrolíticos das dietas experimentais dos experimentos 1 e 2, respectivamente.

TABELA 10 - DIETAS EXPERIMENTAIS

Ingredientes(%)	Idade (dias)		
	1-21	22-35	36-42
Milho	57,107	59,777	63,588
Far. Soja	34,484	31,386	28,134
Óleo de soja	3,134	3,771	3,442
Fosfato Bic.	1,783	1,646	1,447
Calcário	0,962	0,928	0,938
Sal Comum	0,421	0,393	0,369
Premix Vit.*	0,300	0,300	0,300
Premix Min.*	0,200	0,200	0,200
DL-Metionina	0,225	0,199	0,174
L-Lisina (HCl)	0,166	0,166	0,173
L-Treonina	0,018	0,034	0,035
Diformiato de Potássio	1,200	1,200	1,200
Inerte			
Composição Calculada			
Proteína Bruta (%)	20,877	19,692	18,529
Energ. M. (kcal/kg)	3.000	3.075	3.100
Ca (%)	0,939	0,883	0,828
P disponível (%)	0,441	0,412	0,372
Na (%)	0,188	0,176	0,167
Cl (%)	0,326	0,310	0,296
Lisina Dig. (%)	1,119	1,046	0,977
Metionina Dig. (%)	0,517	0,478	0,439
Met+Cist. Dig. (%)	0,794	0,743	0,694
Treonina Dig. (%)	0,716	0,69	0,650
Triptofano Dig. (%)	0,233	0,216	0,199

Em cada fase as aves foram submetidas a 5 diferentes concentrações de DK (0, 3, 6, 9 e 12 kg/ton ração) para o ajuste do volume de ração devido as diferentes inclusões de DK foi utilizado areia lavada como inerte).

TABELA 11 - NÍVEIS DE Na^+ , K^+ , Cl^- E BALANÇO ELETROLÍTICO (BE) DAS DIETAS EXPERIMENTAIS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO 1

De 1 a 21 dias				
	Na^+ (%)	K^+ (%)	Cl^- (%)	BE (mEq/kg)
T1	0,216	0,791	0,046	283
T2	0,216	0,881	0,046	306
T3	0,216	0,971	0,046	329
T4	0,216	1,061	0,046	352
T5	0,216	1,151	0,046	375
De 22 a 35 dias				
T1	0,203	0,742	0,046	265
T2	0,203	0,832	0,046	288
T3	0,203	0,922	0,046	311
T4	0,203	1,012	0,046	334
T5	0,203	1,102	0,046	357
De 36 a 42 dias				
T1	0,192	0,693	0,079	238
T2	0,192	0,783	0,079	261
T3	0,192	0,873	0,079	284
T4	0,192	0,963	0,079	307
T5	0,192	1,053	0,079	330

TABELA 12 - NÍVEIS DE Na^+ , K^+ , Cl^- E BALANÇO ELETROLÍTICO (BE) DAS DIETAS EXPERIMENTAIS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO 2

De 1 a 21 dias				
	Na^+ (%)	K^+ (%)	Cl^- (%)	BE (mEq/kg)
T1	0,216	0,789	0,048	282
T2	0,216	0,879	0,048	305
T3	0,216	0,969	0,048	328
T4	0,216	1,059	0,048	351
T5	0,216	1,149	0,048	374
De 22 a 35 dias				
T1	0,203	0,744	0,046	265
T2	0,203	0,834	0,046	288
T3	0,203	0,924	0,046	311
T4	0,203	1,014	0,046	334
T5	0,203	1,104	0,046	357
De 36 a 42 dias				
T1	0,192	0,693	0,079	238
T2	0,192	0,783	0,079	261
T3	0,192	0,873	0,079	284
T4	0,192	0,963	0,079	307
T5	0,192	1,053	0,079	330

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 13 estão apresentados os resultados de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) das aves, para o experimento 1.

TABELA 13 - CONSUMO DE RAÇÃO, GANHO DE PESO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIFORMIATO DE POTÁSSIO, NO PERÍODO DE 1 A 42 DIAS (EXP. 1)

1 a 21 dias de Idade			
Diformiato (kg/t)	CR (g)	GP (g)	CA (g/g)
0	1.070	811	1,315
3	1.070	800	1,337
6	1.063	788	1,349
9	1.047	762	1,373
12	1.045	763	1,373
P	0,931	0,001	0,633
Equação de regressão	NS	Y= 812 – 4,49X	NS
R²	-	0,93	-
CV (%)	6,11	3,11	5,58
1 a 42 dias de Idade			
Diformiato (kg/t)	CR (g)	GP (g)	CA (g/g)
0	4.225	2.528	1,671
3	4.116	2.437	1,689
6	4.121	2.440	1,689
9	4.101	2.427	1,69
12	4.035	2.403	1,679
P	0,033	0,009	0,867
Equação de Regressão	Y= 4199 –13,11X	Y= 2499 –8,66X	NS
R²	0,83	0,74	-
CV (%)	3,33	2,3	2,18

No período inicial, de 1 a 21 dias de idade, a adição de DK à dieta não teve efeito sobre o consumo de ração e a conversão alimentar das aves, em nenhum dos tratamentos. Observou-se nesse período uma regressão linear negativa sobre o ganho de peso das aves, onde o aumento da quantidade de DK às dietas resultou em diminuição do ganho de peso. Assim como no período inicial, no período de 1 a 42 dias, a adição de DK à dieta levou a uma regressão linear negativa sobre o ganho de peso, sem alterar a conversão alimentar das aves. Porém, houve nesse período uma redução linear do consumo de ração, da mesma forma, causada pelo aumento das doses de DK à dieta.

Na tabela 14 estão apresentados os resultados do experimento 2, no qual as

aves foram alimentadas com dietas contendo DK apenas no período de 21 a 42 dias.

TABELA 14 - CONSUMO DE RAÇÃO, GANHO DE PESO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIFORMIATO DE POTÁSSIO, NO PERÍODO DE 21 A 42 DIAS (EXP. 2).

Diformiato (kg/t)	CR (g)	GP (g)	CA (g)
0	3.157	1.724	1,831
3	3.075	1.689	1,823
6	3.094	1.686	1,835
9	3.080	1.667	1,847
12	2.953	1.602	1,844
P	0,0092	0,052	0,876
Equação de Regressão	Y= 3152 – 13,40X	Y= 1727 – 8,84X	NS
R²	0,74	0,87	0,64
CV (%)	3,29	3,99	2,35

Resultados semelhantes aos do experimento 1 foram encontrados; o aumento das doses de DK nas rações resultou em efeitos negativos sobre o consumo de ração e o ganho de peso das aves, sem afetar a conversão alimentar. De acordo com BASF (2005), o efeito esperado do uso do DK se baseia na melhoria da conversão alimentar e do ganho de peso, além da melhoria da integridade intestinal das aves. Ainda, diversos autores citados por VIOLA & VIEIRA (2007) sugerem que a adição de ácidos orgânicos às dietas promove melhoria do ganho de peso e da conversão alimentar de frangos de corte.

No presente estudo, a adição de doses crescentes de diformiato de potássio (0, 3, 6, 9 e 12 kg DK/ton) levou ao aumento das concentrações de potássio nas dietas, variando de 0,693% até 1,149%; como consequência, observaram-se efeitos negativos sobre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

Porém, BORGES et al., (2003) constatou que a relação eletrolítica da ração (Na+K+Cl-) interfere no desempenho das aves, sendo que a relação ideal varia segundo o eletrólito manipulado, estando a mesma entre 207 e 236 mEq/kg de ração. Em outro estudo, o consumo de ração foi máximo para 143 mEq/kg quando se aumentou o K (KCl ou KHCO₃) da ração com Na fixo em 0,20%, indicando que

há um limite a partir do qual a ingestão de ração é deprimida pela presença de K em excesso, independentemente da fonte utilizada e, relações eletrolíticas elevadas (354 e 360 mEq/kg) obtidas pela suplementação de K ou de Na na ração deprimiram o crescimento das aves (BORGES et al., 1999). Segundo os autores, os níveis de K e Na nessas rações teriam ultrapassado a tolerância da ave, já que as exigências para esses minerais são estimadas em 0,30 e 0,20%, respectivamente (NRC, 1994). Em estudos posteriores, o mesmo grupo de pesquisadores (BORGES et al., 2002) estimou que o limite máximo de potássio da ração deve ser de 0,95% a 1,05%. No presente estudo o balanço eletrolítico, para os grupos tratado com DK, variou 288 até 374, ultrapassando então os padrões ótimos recomendados, próximos de 250 meq/kg de ração (MONGIN & SAUVEUR, 1977; AIT-BOULAHSEN et al., 1989; BORGES et al., 2003; BORGES et al., 2007). Portanto, os efeitos negativos observados sobre o desempenho das aves podem ter sido gerados pelos elevados índices de balanço eletrolítico, causados pelas altas concentrações de potássio nas dietas, visto que, as dietas controle, a base de milho e farelo de soja, já continham balanço eletrolítico muito próximo daquele considerado ideal.

4 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos podemos concluir que:

A adição de diformiato de potássio às dietas de frangos de corte não tem efeito sobre a conversão alimentar das aves. Nas doses testadas, o DK reduz o consumo de ração e o ganho de peso das aves. Doses elevadas de diformiato de potássio são responsáveis por elevar o equilíbrio ácido-básico das dietas acima do recomendado, o que, por consequência, prejudica o desempenho zootécnico das aves.

Em detrimento do grande número de resultados conflitantes disponíveis na literatura, sobre o uso de ácidos orgânicos como aditivos promotores de crescimento, existe a necessidade da realização de mais experimentos para a determinação dos seus reais efeitos sobre o desempenho de frangos de corte.

5 REFERÊNCIAS

MONGIN, P.; SAUVEUR, B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth and cartilage abnormalities. **Poultry Science**, Edinburg, n. 12, p. 235-247, 1977.

BORGES, S. A.; FISCHER DA SILVA, A. V.; ARIKI, J.; HOOGE, D. M.; CUMMINGS, K. R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. **Poultry Science**, v.82, p. 301-308, 2003.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; SANTIN, E.; FISCHER DA SILVA A.V.; MAIORKA, A. Balanço eletrolítico em dieta pré-inicial de frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 1999; 1: 175-179.

BORGES, S, A.; MAIORKA, A.; LAURENTIZ, A. C.; et al. Electrolytic balance in broiler chicks during the first week of age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.4, n.2, p. 149-153, 2002.

BORGES, S. A.; FISCHER DA SILVA, A. V.; MAIORKA, A. Acid-base balance in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.63, p.73-81, 2007.

AIT-BOULAHSEN, A.; GARLICH, J.; EDENS, F. Effect of fasting and acute heat stress on body temperature, blood acid-base and electrolyte status in chickens. **Comparative Biochemistry Physiology**. V. 94a, n. 4, p. 683-687, 1989.

BASF, Nutrição Animal. Folheto técnico: Formi[®] Sinal verde para uma avicultura sem fronteiras. 2005.

CANIBE, N.; JENSEN, B.B. Effect of feed structure and processing and addition of addition of formic acid to the feed on the microbial ecology of the gastrointestinal tract of pigs. In.: Workshop on alternatives to feed antibiotics and anticoccidial in the pig and poultry meat production. **AFAC**. Oslo. 2001a.

CANIBE, N.; STEIEN, S.H.; OVERLAND, M.; JENSEN, B.B. Effect of K-diformiate in starter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets, and on gastric alterations. In.: **Journal of Animal Science**. 79: 2123-2133. 2001b.

CHERRINGTON, C.A.; HINTON, M.; CHOPRA, I. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances Microbiological Physiology**, v.32, p.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.

DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. 2002. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **J. Appl. Poult. Res.** 11, 453–463.

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

PAULISCK, B.R.; ROTH, F.X.; KIRCHESNER, M. Dose effects of potassium diformate (FormiTMLHS) on the performance of growing piglets. **Agribiol. Rev. Rev.** 12:1-30. 1996.

PENZ JR., A. M.; SILVA, A. B.; RODRIGUES, O. 1993. Ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, p.111-119.

RISLEY, C.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D. *et al.* 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.

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