

WILLIAN CORREA MIGUEL

**Suplementação de acidificantes em rações de
leitões desmamados: desempenho e
digestibilidade**

Pirassununga

2008

WILLIAN CORREA MIGUEL

Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: desempenho e digestibilidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto

Pirassununga

2008

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

| | |
|----------------|--|
| T.2000 FMVZ | <p>Miguel, Willian Correa Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: desempenho e digestibilidade / Willian Correa Miguel. – Pirassununga : W. C. Miguel, 2008. 52 f. : il.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2008.</p> <p>Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal. Área de concentração: Nutrição e Produção Animal. Orientador: Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto.</p> <p>1. Ácidos orgânicos. 2. Conversão alimentar. 3. Desmamados. 4. Ganho de peso. I. Título.</p> |
|----------------|--|



PARECER

Interessado: Willian Corrêa Miguel

Assunto: Protocolo de Experimentação adotado em experimento animal.

A Presidência da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, e após analisar o projeto protocolado sob o número 1163/2007, intitulado: "Eficácia da suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados", no qual foram utilizados 134 (cento e trinta e quatro) suínos, sob responsabilidade do Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto, constatou que o mesmo foi realizado de acordo com os princípios de bioética, adotados por esta Comissão.

São Paulo, 19 de outubro de 2007

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: MIGUEL, Willian Correa

Título: Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados:
desempenho e digestibilidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Julgamento: _____

"Sonho que se sonha só é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade"

(Raul Seixas)

"Os ideais que iluminaram meu caminho e sempre me deram coragem para enfrentar a vida com alegria foram a Verdade, a Bondade e a Beleza"

(Albert Einstein)

Aos meus pais Laércio Miguel e Edite Correa da Silva Miguel,
pelo amor, exemplo e incentivo em todos momentos da minha vida.

Aos meus sobrinhos Isabella Miguel Din, Maria Eduarda Wolff Rangel e Pedro Henrique Miguel Din,
pela simplicidade, inocência e alegria que me enchem de orgulho.

Aos meus familiares,
pelo apoio e fé durante todos os desafios que passei até hoje.

Aos meus amigos,
pela amizade e ajuda em todos os momentos.

DEDICO

À pessoa mais importante e que possibilitou alcançar mais esta conquista:

À minha sempre amiga e namorada... hoje minha noiva... daqui há alguns meses, e até a eternidade, minha amada esposa e mãe dos nossos filhos Karine Andrea Rangel,

por estar presente em minha vida sempre oferecendo amor incondicional, companheirismo, ensinamentos e dedicação,

por ter abdicado de seus sonhos para que pudesse realizar os meus,

pelo apoio, quando em muitas vezes me senti fraco, soube trazer de volta a alegria para a minha vida,

pela forte união que não se abalou mesmo quando pessoas de má fé tentaram destruir nossa paz e amor.

Sem sua existência a conquista deste título que recebo hoje não seria possível.

Com todo o meu amor,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar comigo em todos os momentos da minha vida;

Ao Departamento de Nutrição e Produção Animal, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, por oferecer o Curso de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Fundo de Pesquisa Zootécnica de Botucatu, pela concessão da bolsa durante a fase experimental de desempenho;

Ao Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto, que há 7 anos conto com sua amizade, sempre dando valiosos conselhos tanto na vida particular como na profissional e por me aceitar como orientado;

Ao Prof. Dr. Dirlei Antonio Berto, pela amizade construída na época de graduação, pela indicação ao mestrado e pelo auxílio durante as fases experimentais;

Aos professores Ricardo de Albuquerque, Augusto Hauber Gameiro, Romualdo Shigueo Fukushima e Ogna M.Fukushima pela inestimável amizade;

Aos professores Alexandre Gobesso, Aníbal Sant'Anna Moretti, Francisco Palma Rennó, Luis Felipe Prada e Silva, Marcos Veiga dos Santos, Maria de Fátima Martins e Paulo Henrique Mazza Rodrigues, pela dedicação dada ao programa e que tanto contribuem pelo crescimento do Departamento de Nutrição Animal;

Ao professor Dr. José Roberto Sartori e ao Dr. Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima pela amizade e confiança pela indicação ao mestrado;

Aos sempre amigos e companheiros Estela Kobashigawa (por ser a pessoa mais solidária que já conheci até hoje), Daniel Gonçalves Bruno (pela humildade e fraternidade com que me ajudou nos momentos mais difíceis), Rodrigo Martins Ribeiro e Rafael de Azevedo Murarolli (os dois pela cumplicidade e amizade conquistada) e Marcos Paulo Benedetti (por ser meu eterno amigo "irmão" desempenhando papel fundamental durante minha volta à Botucatu)...todos vocês de uma forma ou outra foram especiais durante os anos de curso;

Aos amigos Vinícius de Azevedo Murarolli, Arthur Alonso Almeida Souza, Waleska Pastori, Francine Falleiros, Carolina Tobias, Paula Takeara, Fernanda Altieri, Claudinha Fernandes, Gilson Gomes, Carolina Fernanda, Bruno Botaro,

Agostinho Miguel, Flávio Alves, Paulo César Riquelme, Iaçana Ferreira, Aryana Nunes, Pascoal Funari Junior, José Esler, Milton Maturana Filho, Bruna Helena Carvalho Pacheco, Jefferson e Erika Rosendo Sena Gandra, Rafael Binotto Neto e a todos os verdadeiros amigos que foram importantes para mim;

Aos amigos de Botucatu que me auxiliaram durante as fases experimentais: Lucélia Hauptli, Katia M. C. M. Toccheton de Moraes, Vanessa Souza Castro, Thais Cardoso, Guilherme Arruda, Ivan Mailinch, Josey Benicá, Paulo Sérgio dos Santos, Solange Aparecida Ferreira de Souza, José Luis Barbosa de Souza e, em especial, Anália Maria Ribeiro da Silva, pessoas que foram fundamentais quando todos os outros amigos estavam longe;

Aos funcionários do laboratório Simi Luiza Durante Aflalo, Ari Luiz de Castro, Gilson Luiz Alves de Godoy e Isabel das Graças Ramos, pelo apoio durante as análises laboratoriais;

Aos funcionários do departamento Alessandra de Cassia Terassi da Silva Lucinéia, José Francisco Malachias Ferreira, José Franchini Garcia Moreno, Evilasio Zagare Junior pelo bom convívio diário;

Ao professor Luiz Margutti Neto e todos os colegas do futebol e vôlei que auxiliaram a manutenção da minha mente e da alma através da prática desses esportes;

Aos amigos Raquel e Diego Burali e Douglas Mattos, pela ajuda prestada mesmo sem terem participação física nessa conquista (o que fizeram por nós muitas pessoas mais próximas não fariam);

Aos novos amigos Reinaldo Kato, Alessandra Schmidt, Carina Nishio, e Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito;

Às amigas Maria Fátima do Santos e Elza Faquim, pela ajuda e presteza durante as correções para a elaboração da ficha catalográfica;

À minha rottweiler Courtney, pela fidelidade, amor e carinho... apesar de não ser humana, a demonstração desses sentimentos há mais de 9 anos fez com que se tornasse uma integrante da família.

E a todos que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

MIGUEL, W. C. **Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: desempenho e digestibilidade**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Dois ensaios experimentais foram conduzidos com o objetivo de determinar o efeito dietético da suplementação de acidificantes sobre o desempenho, incidência de diarreia (ensaio 1) e na digestibilidade aparente de nutrientes (ensaio 2). No ensaio 1, com duração de 42 dias, 120 leitões desmamados aos 21 dias foram distribuídos em 8 blocos experimentais com três leitões por baia, foram aplicados cinco tratamentos. Os tratamentos foram: ração sem acidificante, com 1,0% de diformiato de potássio, com 1,0% de ácido fumárico, com 1,0% de ácido cítrico ou com 1,0% de ácido benzóico. No ensaio 2, 10 leitões com peso médio inicial de 16,4 kg foram distribuídos em dois blocos experimentais, cada um com cinco repetições, sob dois tratamentos (ração sem acidificante ou com 1,0% de ácido fumárico). No estudo de desempenho, a adição de ácido fumárico nas rações determinou aumentos ($P < 0,05$) no consumo de ração nos períodos de 0 aos 15 dias, 0 aos 32 dias e ganho de peso de 0 aos 42 dias, quando comparado ao tratamento controle. Não foi observada a ocorrência de diarreia nos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmame. No ensaio 2, a adição de 1,0% de ácido fumárico na ração não alterou ($P > 0,05$) os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra bruta, os valores de energia digestível e metabolizável das rações e a taxa de absorção e retenção de nitrogênio. A ausência de diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dietéticos com a inclusão do acidificante, provavelmente, deveu-se ao curto período de avaliação. A inclusão de ácido fumárico nas rações de leitões desmamados favoreceu o desempenho dos leitões.

Palavras-chaves: Ácidos orgânicos. Conversão alimentar. Desmamados. Ganho de peso

ABSTRACTS

MIGUEL, W. C. **Supplementation of acidifiers in diets of weaned pigs: performance and digestibility** [Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: desempenho e digestibilidade]. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Two experimental assays were conducted in order to evaluate the effect of supplementation of acidifiers in the diets both on performance traits and incidence of diarrhea (assay 1) and on nutrient digestibility (assay 2). In assay 1, which lasted for 42 d, it was used 120 21-days old weaned piglets, distributed in 8 blocks of 3 pigs per pen. There were five evaluated treatments, which consisted of: ration without acidifier, with 1,0% of K-diformate, 1,0% of fumaric acid, 1,0% of citric acid or 1,0% of benzoic acid. In assay 2, 10 pigs with an average weight of 16,4 kg were allocated in two treatments (ration without acidifier or supplemented with 1,0% of fumaric acid) with five replicates each; experimental design was randomized complete blocks. In comparison with the control treatment, the addition of fumaric acid in the ration led to an increase in the following parameters: daily feed intake from day 0 to 15 ($P < 0,05$); daily feed intake and body weight gain from day 0 to 32 ($P < 0,05$) and from day 0 to 42 d ($P < 0,05$). There was not treatment effect ($P > 0,05$) upon feed conversion over the experimental period, and it was not observed the occurrence of diarrhea over the first 14 days after weaning. In assay 2, the addition of 1,0% of fumaric acid in the ration did not modify ($P > 0,05$) the coefficients of apparent fecal digestibility of dry matter, crude protein and crude fiber, the values of digestible and metabolizable energy of the rations and the rates of nitrogen absorption and retention. The absence of differences in the coefficients of the dietary nutrient s apparent digestibilidade with the inclusion of the acidifier, probably, was due to the short evaluation period. The inclusion of fumaric acid in the rations of weaned pigs improved performance of piglets; however, it did not modify the coefficients of apparent fecal digestibility of the nutrients.

Key Words: Feed:gain ratio. Organic acids. Weaned. Weight gain

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 1 - | Estrutura molecular do ácido benzóico..... | 25 |
| Figura 2 - | Estrutura molecular do ácido fumárico..... | 26 |
| Figura 3 - | Estrutura molecular do ácido cítrico..... | 27 |
| Figura 4 - | Estrutura molecular do diformiato de potássio..... | 29 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabela 1 - | Composição centesimal das rações Pré-inicial (0 - 15 dias), Inicial 1 (15 - 32 dias) e Inicial 2 (32 - 42 dias)..... | 32 |
| Tabela 2 - | Composição nutricional calculada das rações Pré-inicial (0 - 15 dias), Inicial 1 (15 - 32 dias) e Inicial 2 (32 - 42 dias)..... | 33 |
| Tabela 3 - | Valores determinados de pH das rações experimentais..... | 36 |
| Tabela 4 - | Desempenho dos leitões nos períodos de creche, segundo os tratamentos..... | 37 |
| Tabela 5 - | Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, fibra bruta e proteína bruta e valores de energia digestível e metabolizável das rações, nitrogênio absorvido e nitrogênio retido pelos leitões..... | 41 |

SUMÁRIO

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | OBJETIVOS | 17 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA | 18 |
| 3.1 | ASPECTOS FISIOLÓGICOS NO PERÍODO PÓS-DESMAME..... | 18 |
| 3.2 | ADITIVOS PARA PRODUTOS DESTINADOS À ALIMENTAÇÃO ANIMAL..... | 20 |
| 3.3 | ACIDIFICANTES..... | 21 |
| 3.3.1 | Modo de ação dos acidificantes | 22 |
| 3.3.1.1 | <i>Redução do pH estomacal</i> | 22 |
| 3.3.1.2 | <i>Ação bactericida ou bacteriostática</i> | 22 |
| 3.3.1.3 | <i>Aumento da atividade enzimática e estimulação das secreções pancreáticas</i> | 24 |
| 3.3.2 | Utilização de ácidos orgânicos em rações para leitões | 24 |
| 3.3.2.1 | <i>Ácido Benzóico</i> | 25 |
| 3.3.2.2 | <i>Ácido Fumárico</i> | 26 |
| 3.3.2.3 | <i>Ácido Cítrico</i> | 27 |
| 3.3.2.4 | <i>Diformiato de Potássio</i> | 28 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 30 |
| 4.1 | LOCAL E INSTALAÇÕES..... | 30 |
| 4.2 | DELINEAMENTO E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS..... | 31 |
| 4.3 | DETERMINAÇÃO DO PH DAS DIETAS EXPERIMENTAIS..... | 33 |
| 4.4 | FREQÜÊNCIA DE DIARRÉIA..... | 33 |
| 4.5 | COLETA DE EXCRETAS..... | 34 |
| 4.6 | DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE..... | 34 |
| 4.7 | VARIÁVEIS AVALIADAS E ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 35 |

| | | |
|-----|---------------------------------------|----|
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 36 |
| 5.1 | DESEMPENHO..... | 36 |
| 5.2 | FREQÜÊNCIA DE DIARRÉIA..... | 40 |
| 5.3 | DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES..... | 41 |
| 6 | CONCLUSÕES | 43 |
| | REFERÊNCIAS | 44 |

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2007, o Brasil produziu cerca de 3 milhões de toneladas de carne suína, representando um aumento de 2% em relação ao ano anterior que encerrou com 2,94 milhões de toneladas. Desse montante, 607 mil toneladas foram destinadas à exportação, segmento que teve um aumento aproximado de 15% em relação ao ano de 2006, quando foram exportadas 528 mil toneladas de carne suína (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA, 2008). Tal desempenho mantém o Brasil, desde o ano de 2003, entre os cinco maiores produtores mundiais de carne suína, quando a União Européia é considerada um único bloco produtor.

O consumidor busca um produto cárneo que atenda suas necessidades em custo, qualidade e segurança alimentar. Tais exigências obrigam a suinocultura brasileira a se aperfeiçoar na produção e na busca de alternativas que otimizem a quantidade de carne produzida por matriz, num menor custo.

É sabido que em granjas brasileiras, já estabilizadas e de ciclo completo, o custo da nutrição representa entre 70 e 75% do custo total de produção. Tendo em vista o elevado custo, os suinocultores, freqüentemente, buscam alternativas, relativas à nutrição de suínos, que lhes propiciem a melhor relação custo: benefício na alimentação do suíno.

Entretanto, otimizar a produção exige certos procedimentos dentro da cadeia de produção dos suínos. Uma dessas práticas usuais é a quebra antecipada do vínculo maternal do leitão, através do desmame. Essa é a fase mais crítica na produção de suínos, pois trata-se de uma medida cercada de fatores, coletivamente, designados como estresse. Dentre esses, a inadequação fisiológica do trato digestório por ocasião do desmame é um dos maiores transtornos à nutrição do suíno nessa etapa do desenvolvimento.

A separação da mãe e dos irmãos, seguida pelo alojamento com outros animais, gera brigas pela formação de nova hierarquia social dentro das baias. Somando-se à brusca mudança no hábito alimentar e na alimentação (do leite materno para dieta “sólida”, ração farelada) essa etapa requer preocupações e soluções alternativas na evolução da suinocultura mundial.

O pós-desmame corresponde à fase de transição entre a imunidade passiva e a imunidade ativa, em que os leitões apresentam a menor concentração de IgG no

soro (MORÉS; AMARAL, 2001), período no qual ocorre a maioria dos problemas, sendo mais comum as altas taxas de mortalidade causadas, freqüentemente, pela diarreia pós-desmame e doença do edema (PLUSKE et al., 1997; TSILOYANNIS et al., 2001).

A diarreia pode ter sua incidência intensificada quando o pH estomacal se eleva, favorecendo a proliferação de microrganismos patogênicos como a *Escherichia coli* e a *Salmonella* spp. (VIOLA; VIEIRA, 2003). A simples redução do pH, via secreção gástrica, controlaria esses patógenos (GEARY et al., 1999), porém o período pós-desmame é caracterizado pela baixa secreção de ácido clorídrico dificultando, nas condições do pós-desmame, o controle desses microrganismos (BRAZ, 2007).

Os problemas do pós-desmame, na suinocultura moderna, usualmente eram contornados via inclusão dos aditivos antimicrobianos às rações. O uso de aditivos na alimentação propicia melhor saúde e aumenta a produção animal. A inclusão dos aditivos antimicrobianos, como promotores de desempenho, entretanto é duramente questionada, temendo-se a ocorrência de resistência cruzada de bactérias (MATHEW et al., 2007) e conseqüentes reflexos na saúde do homem.

A temeridade dessa questão se fundamenta no prolongado ou contínuo uso dos antimicrobianos na produção de animais destinados ao consumo humano, como é o caso da carne suína. O uso contínuo desses produtos pode aumentar nos animais o risco de infecções, via cepas resistentes. Essas, por sua vez, atingiriam o homem através de produtos (carne, leite e ovos). Uma infecção causada por cepas resistentes, por outro lado, limita as opções de tratamento, devido a maior virulência, por exemplo, nas toxinfecções alimentares. As barreiras sanitárias dos países importadores tornaram-se rígidas frente a esses produtos e, atualmente, são vistas como medidas preventivas à saúde do homem e ao meio ambiente da ação dessas bactérias resistentes.

Considerando a elevada taxa de exportação da carne suína brasileira e, paralelamente, as restrições e possíveis proibições dos antimicrobianos utilizados como melhoradores de desempenho, a cadeia suinícola deve buscar alternativas para contrapor as dificuldades encontradas no período do pós-desmame. Os ácidos orgânicos e seus sais são, atualmente, apresentados como uma das alternativas na redução do pH gástrico. Sugerem-se para o seu consumo, a promoção de ambiente mais adequado à ação das enzimas digestivas e redução da proliferação de

microrganismos patogênicos, com provável melhora no aproveitamento dos nutrientes da ração, na conversão alimentar e no desempenho dos animais (VIOLA; VIEIRA, 2003).

2 OBJETIVOS

Avaliar os efeitos da suplementação de acidificantes para leitões desmamados aos 21 dias de idade, aplicáveis à região de Botucatu - SP, com base no consumo médio diário de ração, ganho médio diário de peso e conversão alimentar, incidência de diarreia, coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra bruta, valores de energia digestível e metabolizável das rações e do balanço de nitrogênio.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS FISIOLÓGICOS NO PERÍODO PÓS-DESMAME

A nutrição dos leitões na fase pós-desmame é considerada uma verdadeira arte (BERTECHINI, 2006). Tal afirmação é totalmente pertinente quando observadas as privações a que os leitões são submetidos. A mudança de uma dieta líquida, altamente digestível, com baixo conteúdo de matéria seca, rica em gordura e lactose para uma dieta seca, menos palatável, composta majoritariamente por carboidratos e proteínas de origem vegetal constitui um grande desafio para os leitões desmamados (UTIYAMA, 2004). Atrelados a essa característica estão os aspectos comportamentais relacionados à perda do laço maternal, à associação com novos leitões e ao novo desafio da necessidade em aprender a reconhecer e satisfazer os estímulos de fome e de sede separadamente (MELLOR, 2000).

De acordo com Rostagno e Pupa (1998) o ato de se alimentar tem como consequência a elevação do pH e, através de estímulos nervosos e hormonais, a indução da secreção de ácido clorídrico (HCl) pela mucosa estomacal. Na primeira semana de vida, os leitões apresentam pequena taxa de produção de HCl no estômago (XU, 1996) que, associada à presença de ácido láctico formado pela ação dos *Lactobacillus* sobre a lactose, é responsável pela acidificação no estômago dos leitões. Tal produção provoca uma gradativa redução do pH, promovendo a eliminação de microrganismos patogênicos, protegendo os animais contra infecções entéricas, além de estimular a ação de enzimas para hidrólise de proteínas e disponibilização de minerais (BRAZ, 2007). Após o desmame, porém, a atividade da enzima lactase reduz e outras enzimas apresentam atividade em função da dieta seca (ROSTAGNO; PUPA, 1998), tendo essas últimas diferentes condições para um desempenho ótimo.

Efird et al. (1982) observaram pH mais elevado no conteúdo estomacal de leitões desmamados em função da insuficiente capacidade de secreção de ácido clorídrico e aumento da secreção de tripsina e quimotripsina no lúmen. Segundo Gomes et al. (2005) a elevação do pH pode baixar a atividade proteolítica no estômago e assim a proteína ingerida entrar no intestino intacta, resultando em uma

redução na eficiência da hidrólise de proteínas, corroborando os dados de Lindemann et al. (1986) que observaram queda significativa nas atividades da lipase, amilase, quimotripsina e tripsina na primeira semana após o desmame. Portanto, a presença de carboidratos e proteínas não digeridos e o elevado pH estomacal provocam um desbalanço da microflora intestinal e propiciam ambiente favorável para o crescimento de bactérias patogênicas, como *Escherichia coli*, *Clostridium* e *Enterobacteriaceae* (MOLLY, 2001; WALSH et al., 2004). As conseqüências dessas mudanças por que os leitões passam durante o período pós-desmame são a redução do consumo, redução da taxa de crescimento e aumento da ocorrência de diarreia (ARMSTRONG; CLAWSON, 1980). Segundo Morés e Amaral (2001) a síndrome da diarreia pós-desmame é considerada uma doença multifatorial, que afeta os leitões nas duas primeiras semanas após o desmame. Para os autores, as perdas decorrentes dessa diarreia têm significativa importância econômica, pois a mortalidade pode atingir 10% dos leitões desmamados, além do surgimento de muitos refugos e elevados gastos com medicamentos na tentativa de controle da síndrome.

A interrupção do acesso à dieta líquida ocasiona alterações no intestino dos leitões como o encurtamento das vilosidades (responsáveis pela digestão e absorção dos nutrientes) devido, principalmente, ao processo estressante do desmame e a exposição do órgão às novas dietas (CERA et al., 1988). Somada à baixa produção de enzimas digestivas, a redução da área absorptiva do trato digestório propiciam a incidência de diarreia, pois os nutrientes não digeridos e não absorvidos pelos leitões servem como substrato para fermentação microbiana (BRAZ, 2007). A integridade epitelial é de fundamental importância para o desenvolvimento da capacidade digestiva dos leitões, já que associada ao sistema imune confere uma essencial barreira aos ataques de microrganismos e componentes antigênicos de origem alimentar (CUNNINGHAM, 1992). Considerando as dificuldades citadas e que o aumento no consumo voluntário de ração pelos leitões após o desmame contribui para o aumento da atividade das enzimas pancreáticas e intestinais e para a melhora do desempenho (SHIELDS et al., 1980; OWSLEY et al., 1986), e que o fornecimento de uma dieta altamente digestível pode minimizar os efeitos adversos nas primeiras semanas após o desmame (CERA et al., 1988), tem sido comum a utilização de ingredientes altamente digestíveis e palatáveis, como produtos lácteos, além do uso de aditivos,

como acidificantes, nas rações de desmame, com o intuito de estimular o consumo e favorecer o desempenho e a saúde dos leitões (SILVA, 2008).

3.2 ADITIVOS PARA PRODUTOS DESTINADOS À ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A legislação brasileira regulamenta os aditivos para produtos destinados à alimentação animal, como substâncias ou microrganismos adicionados intencionalmente às dietas, os quais normalmente não se consomem como alimento, tenham ou não valor nutritivo e que afetem ou melhorem as características do alimento ou dos produtos animais (BRASIL, 2004). Os aditivos alimentares são considerados importantes fatores os quais contribuem para o desenvolvimento da agropecuária brasileira (RUTZ; LIMA, 2001).

Os agentes antimicrobianos, aditivos de uso mais generalizado na produção animal (MENTEN, 2001), ministrados em doses profiláticas melhoram a utilização dos nutrientes dietéticos pelos animais e proporcionam melhor desempenho. Porém, a crescente preocupação dos consumidores com o possível desenvolvimento de resistência bacteriana cruzada (MENTEN, 2001; INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS, 2006), torna menos eficiente o uso terapêutico dos antimicrobianos e quimioterápicos em animais e humanos, somado ao risco da presença de resíduos nos produtos de origem animal (PARTANEN; MROZ, 1999; CANIBE et al., 2001; MENTEN, 2001), fazem com que tal prática seja cada vez menos aceita mundialmente. Exemplo disso é a União Européia, onde a utilização dos agentes antimicrobianos, atuando como melhoradores de desempenho, é proibida desde janeiro de 2006 (COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2003). Por ser um importante mercado importador, exige que o procedimento de produção siga as normas internacionais, fazendo técnicos e produtores se adequarem às novas regras e buscarem produtos alternativos eficazes e, ao mesmo tempo, seguros para os consumidores.

Levando em consideração essas informações, dentre os aditivos, os ácidos orgânicos, são vistos como melhoradores de desempenho na produção animal (VIOLA; VIEIRA, 2004), podendo representar alternativa eficiente e segura ao uso de agentes antimicrobianos (MROZ, 2005).

3.3 ACIDIFICANTES

Os acidificantes estão inseridos no grupo dos aditivos equilibradores da flora do trato digestório, composto por ácidos orgânicos ou inorgânicos que reduzem o pH do trato digestivo superior, com o objetivo de facilitar a digestão e reduzir a proliferação de microrganismos indesejáveis no estômago e no intestino (BRASIL, 2006). Os ácidos orgânicos são substâncias que contêm uma ou mais carboxilas em sua molécula, sendo também chamados de ácidos carboxílicos. Quando o termo ácido orgânico é empregado na produção animal, em geral, refere-se aos ácidos fracos de cadeia curta, com um a sete átomos de carbono na molécula (BELLAVÉR; SCHEUERMANN, 2004), que produzem menor quantidade de prótons por molécula ao se dissociarem (DIBNER; BUTTIN, 2002).

Inicialmente sua inclusão às dietas tinha como principal finalidade a preservação dos grãos de cereais com alta umidade ao agirem como preventivo de fungos nos alimentos (DIBNER; BUTTIN, 2002). Atualmente passaram a ser utilizados nas dietas de suínos nas fases iniciais, onde a acidificação das dietas tem ajudado a contornar os problemas de desempenho que caracterizam essas fases imediatamente após o desmame dos leitões. Diversos estudos comprovam tal atividade quando foram utilizados ácidos orgânicos como cítrico, fórmico, fumárico, láctico e propiônico (FALKOWSKI; AHERNE, 1984; GIESTING; EASTER, 1985; HENRY et al., 1985; BURNELL et al., 1988; GIESTING et al., 1991; RADCLIFFE et al., 1998).

Ravindran e Kornegay (1993) e Partanen e Mroz (1999) sugerem que o uso bem sucedido dos acidificantes nas dietas de suínos depende da compreensão dos seus modos de ação. Inúmeras hipóteses são sugeridas a respeito dos mecanismos de ação dos acidificantes, dentre as quais, merecem abordagem mais direcionada, a redução do pH estomacal; alterações na microflora intestinal por meio de controle bactericida ou bacteriostático; redução da taxa de esvaziamento estomacal; aumento da atividade enzimática e estimulação das secreções pancreáticas; melhora na digestibilidade e retenção de nutrientes e redução de alterações na

morfologia intestinal (GIESTING et al., 1991; RAVINDRAN; KORNEGAY, 1993; PARTANEN; MROZ, 1999; WALSH et al., 2004).

3.3.1 Modo de ação dos acidificantes

3.3.1.1 *Redução do pH estomacal*

A acidificação do meio gástrico favorece o aumento da atividade de enzimas digestivas, como a pepsina, melhorando a digestibilidade das proteínas (BURNELL et al., 1988). Segundo Cunningham (1992), os produtos resultantes da digestão pela pepsina, ao chegarem ao duodeno, favorecem a estimulação da secreção de bicarbonato e de enzimas pancreáticas, podendo exercer um papel na regulação do esvaziamento gástrico.

Em função da reduzida capacidade de secreção ácida dos leitões, um fator determinante do pH do conteúdo gástrico é o poder tamponante da dieta (VIOLA; VIEIRA, 2004). Tampões são sistemas que apresentam capacidade de resistir a alterações de pH, quando pequenas quantidades de ácido ou base são adicionadas. Os ingredientes utilizados nas formulações podem ser divididos em três grupos, os cereais e seus co-produtos apresentam o menor poder tamponante, os alimentos protéicos possuem poder intermediário a alto, e as fontes minerais, com exceção dos fosfatos monossódico e bicálcico, são as que apresentam maior capacidade tamponante (JASAITIS et al., 1987). Dietas com alto poder tamponante resistem à acidificação estomacal, ocasionando a redução da digestibilidade ileal aparente da proteína bruta e dos aminoácidos dietéticos (BLANK et al., 1999). Nessas condições, a utilização de acidificantes apresenta uma alternativa para reduzir o pH da dieta melhorando o aproveitamento dos nutrientes pelos animais (STRAW et al., 1991).

3.3.1.2 *Ação bactericida ou bacteriostática*

Durante o aleitamento, o ácido láctico é produzido por bactérias lácticas as quais utilizam a lactose do leite da porca como substrato. Com a interrupção do fornecimento desse substrato e com o consumo de ração, há proliferação de outros microrganismos, como bactérias, que geralmente desencadeiam em resultados negativos sobre o desempenho do leitão. Segundo Blanchard (2000), em meios com pH elevado, bactérias patogênicas se proliferam com maior eficiência, enquanto que em meios com pH na faixa de 3,5 a 4,0 são os microrganismos benéficos que têm o desenvolvimento favorecido. Portanto, a utilização dos acidificantes visa à redução do pH gástrico, selecionando dessa forma as bactérias benéficas ao organismo animal (WALSH et al., 2004).

Outro mecanismo de controle microbiano refere-se à capacidade que os acidificantes possuem de alterar o pH do meio, em função do seu potencial de dissociação (pKa) entre a forma dissociada e a não-dissociada (PARTANEN; MROZ, 1999). A absorção dos ácidos orgânicos se dá mais rapidamente quando o valor do pH luminal é menor do que o pKa dos ácidos. O pKa de um ácido é o valor de pH em que 50% do ácido encontra-se na forma ionizada, sendo determinado pelo logaritmo negativo da constante de ionização do ácido, ou Ka, que, por sua vez, indica a força do ácido, portanto sua tendência em doar prótons. Por serem expressos de forma logarítmica, uma unidade de pH acima do pKa de um ácido indica que 90% do ácido encontram-se na forma não-dissociada e, com duas unidades de pH acima do pKa, 99% do ácido estarão não dissociadas (BELLAVAR; SCHEUERMANN, 2004). O pKa da maioria dos ácidos encontra-se entre 3 e 5 (THOMPSON; HINTON, 1997).

Quando o ácido está na forma ionizada, pode difundir-se livremente através da membrana semi-permeável do microrganismo para seu citoplasma celular e, dentro da célula em um ambiente mais alcalino, libera o próton, resultando na diminuição do pH intracelular (CANIBE et al., 2001). Isso influencia no metabolismo microbiano, inibindo a ação de importantes enzimas e forçando a célula bacteriana a usar energia para liberar prótons, conduzindo a uma acumulação intracelular de ânions e reduzindo, conseqüentemente, sua taxa de crescimento (RUSSELL, 1992). Essa redução de crescimento é devido ao consumo de energia através da ação da bomba ATPase, que bombeia os prótons (H^+) até o esgotamento total da bactéria (GAUTHIER, 2005).

Estudos indicam que os acidificantes podem exercer poder bactericida mesmo quando não há redução significativa do pH gastrintestinal (CANIBE et al., 2001; SCHWARZER, 2005). Canibe et al. (2001) sugerem que tal poder bactericida é desempenhado pela penetração do acidificante não-ionizado na célula bacteriana, mesmo sem a redução do pH gástrico.

3.3.1.3 Aumento da atividade enzimática e estimulação das secreções pancreáticas

Na verdade, este é mais um mecanismo favorecido em função da redução do pH gastrintestinal. Tal acidificação influencia o aumento da secreção enzimática pelo pâncreas, resultando no aumento da digestibilidade das dietas, assim como da digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos (PARTANEN, 2001). Estudos realizados por Sano et al. (1995) demonstraram que ácidos graxos de cadeia curta exercem efeito estimulatório sobre as secreções pancreáticas em suínos, propiciando um aumento da concentração plasmática de glucagon em leitoas de 25 kg após cinco minutos da administração de doses suprafisiológicas ($2,5 \text{ mmol kg}^{-1}$) de n-butirato, acetato e propionato por via intravenosa, mas não verificaram efeito na concentração de insulina. De acordo com Partanen (2001), o aumento da secreção enzimática pelo pâncreas em resposta à acidificação do trato gastrintestinal poderia resultar no aumento da digestibilidade das dietas mais simples e da digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos.

De acordo com Burnell et al. (1988), a acidificação do conteúdo gastrintestinal acarreta aumento na atividade da pepsina, melhorando a digestibilidade protéica. Portanto, o efeito dos ácidos orgânicos sobre a digestibilidade dos nutrientes pode estar relacionado à acidificação tanto do estômago como do intestino delgado.

3.3.2 Utilização de ácidos orgânicos em rações para leitões

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados para avaliar a capacidade de certos ácidos orgânicos proporcionarem redução do pH gástrico dos animais.

3.3.2.1 Ácido Benzóico

O ácido benzóico é um ácido monocarboxílico aromático (Figura 1) e apresenta-se na forma cristalina branca. Está presente de forma natural em frutas frescas, como o morango, e em especiarias, como o cravo e o azeite de anis. A adição dos benzoatos em dietas pode resultar em diminuição da capacidade tampão das dietas e, subseqüentemente, aumentar a acidez da urina (MROZ et al., 2000).

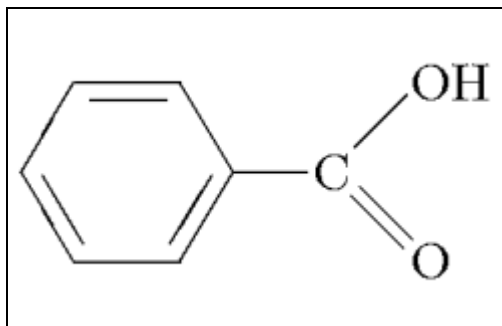


Figura 1 - Estrutura molecular do ácido benzóico ($C_6H_5C(O)OH$)

Knarreborg et al. (2002) observaram elevado poder antimicrobiano. Com relação ao desempenho dos animais, a inclusão de 0,25%, 0,50% e 0,75% de ácido benzóico proporcionou, comparado ao controle, melhores resultados no desempenho de suínos no período de 28 a 70 dias de idade, com destaque para os níveis de 0,50% e 0,75% (GHELER, 2005), e a adição de 0,5% e 1,0% do mesmo ácido à dieta de leitões com 28 dias de idade promoveu melhora na conversão alimentar e no ganho de peso dos animais (KLUGE et al., 2006). De acordo com os autores, essa melhora no desempenho pode estar relacionada à redução no número de bactérias do trato gastrointestinal.

3.3.2.2 Ácido Fumárico

O ácido fumárico é um ácido dicarboxílico (Figura 2) e apresenta-se na forma de pequenos cristais brancos. É inodoro, tem sabor adstringente e quase insolúvel em água (PARTANEN; MROZ, 1999).

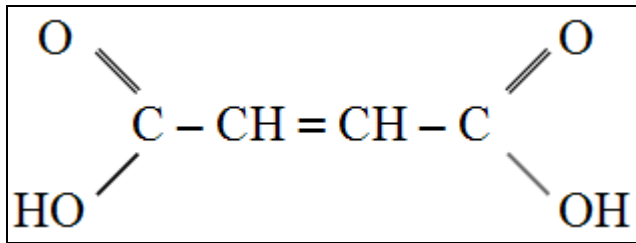


Figura 2 - Estrutura molecular do ácido fumárico (C₄H₄O₄)

Como fonte de energia prontamente disponível, ele possivelmente apresenta um efeito trófico na mucosa do intestino delgado, levando, dessa forma, ao aumento da superfície e da capacidade de absorção desse órgão (VIOLA; VIEIRA, 2004). Segundo Blank et al. (1999), o ácido fumárico apresenta efeito positivo sobre a digestibilidade ileal da proteína bruta, energia bruta e dos aminoácidos nas dietas para leitões desmamados precocemente.

As pesquisas com ácido fumárico em dietas para leitões no pós-desmame demonstram que a inclusão de 3,0% (GIESTING; EASTER, 1985), 2,0% (LÜDKE et al., 1992) ou 1,5% do ácido (TEIXEIRA et al., 2003) promovem melhora significativa no desempenho dos animais, tanto no ganho de peso e conversão alimentar (GIESTING; EASTER, 1985; LÜDKE et al., 1992; TEIXEIRA et al., 2003), assim como aumento no consumo de ração (TEIXEIRA et al., 2003).

Falkowsky e Aherne (1984) estudando inclusões de 1,0 e 2,0% de ácido fumárico em dietas de leitões desmamados observaram melhoras significativas de 5,0% e 7,4% na conversão alimentar, respectivamente. Radecki et al. (1988) observaram melhora no ganho de peso e na eficiência alimentar de leitões desmamados que receberam dietas suplementadas com 1,5 e 3,0% de ácido fumárico.

Outros estudos, entretanto, mostram que o ácido fumárico a 1,5 ou 3,0%, pode não alterar o pH do estômago ou ceco (RISLEY et al., 1993) ou do duodeno e íleo dos leitões (GABERT; SAUER, 1995), no período de 21 aos 49 dias de idade. Falkowski e Aherne (1984) estudando os efeitos da suplementação de 1,0 a 3,0% de ácido fumárico às rações para leitões desmamados não observaram melhora na digestibilidade aparente da proteína e da matéria seca. Resultados semelhantes foram obtidos por Giesting e Easter (1991) em que a adição de 2,0% de ácido fumárico à dieta não afetou a digestibilidade dos nutrientes.

3.3.2.3 Ácido Cítrico

O ácido cítrico é um ácido tricarboxílico (Figura 3) e apresenta-se na forma de pequenos cristais brancos. É inodoro e apresenta sabor azedo agradável (PARTANEN; MROZ, 1999). O ácido cítrico é um ácido orgânico fraco encontrado principalmente nas frutas cítricas (BRAZ, 2007). De acordo com Partanen e Mroz (1999) dentre os ácidos orgânicos mais usuais, o ácido cítrico é que possui a segunda melhor eficácia na redução do pH das dietas.

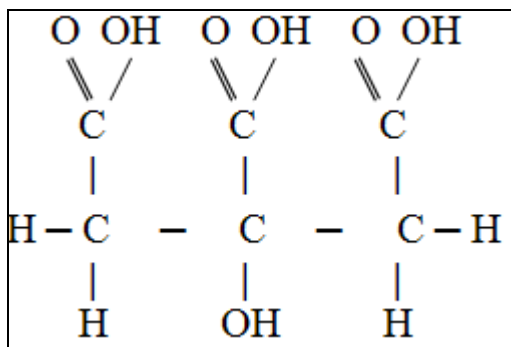


Figura 3 - Estrutura molecular do ácido cítrico (C₆H₈O₇)

Sobre o desempenho dos animais, poucos estudos mostram resultados favoráveis à utilização desse ácido. Radcliffe et al. (1998) estudando a inclusão de 3,0% de ácido cítrico, observaram melhoras significativas de 9,5% na eficiência alimentar dos leitões. Resultados não favoráveis foram obtidos por Radecki et al.

(1988) quando não observaram melhora no ganho de peso e na eficiência alimentar de leitões recém-desmamados quando a dieta foi suplementada com 1,5 e 3,0% de ácido cítrico.

Em relação à digestibilidade de nutrientes, a utilização do ácido cítrico resulta tanto em efeitos benéficos como efeitos indiferentes. Falkowski e Aherne (1984) estudando a adição de 1,5 a 3,0% de ácido cítrico à dieta, observaram um aumento na digestibilidade do cálcio pelos leitões. Provavelmente o resultado obtido pode ser explicado pela queda no pH gástrico, a qual proporcionou a redução na taxa de esvaziamento do órgão e pela menor formação de sais insolúveis de cálcio, permitindo que maior quantidade de cálcio fosse absorvida (RADCLIFFE et al., 1998). Entretanto, no mesmo estudo Falkowski e Aherne (1984) mostram que a suplementação de 1,0 a 3,0% de ácido cítrico às rações para leitões desmamados não promoveu melhora na digestibilidade aparente da proteína e da matéria seca.

A principal característica do ácido cítrico é a eficácia de seu poder como agente antimicrobiano. Tal poder foi comprovado por Tsiloyiannis et al. (2001) quando trabalharam com a inclusão de 1,5% do ácido cítrico na dieta, em comparação ao antibiótico enrofloxacina (50 ppm), no controle de *Escherichia coli* enterotoxigênica e constataram que a ração contendo o ácido cítrico foi tão eficiente quanto o antibiótico no controle deste microrganismo.

3.3.2.4 Diformiato de Potássio

O diformiato de potássio é um sal oriundo do ácido fórmico (Figura 4) e apresenta-se na forma sólida cristalina. O diformiato de potássio foi desenvolvido para ser uma alternativa aos problemas de manipulação do ácido fórmico (DU, 2001) já que esse possui elevada taxa de corrosão e odor pungente (MROZ, 2005).

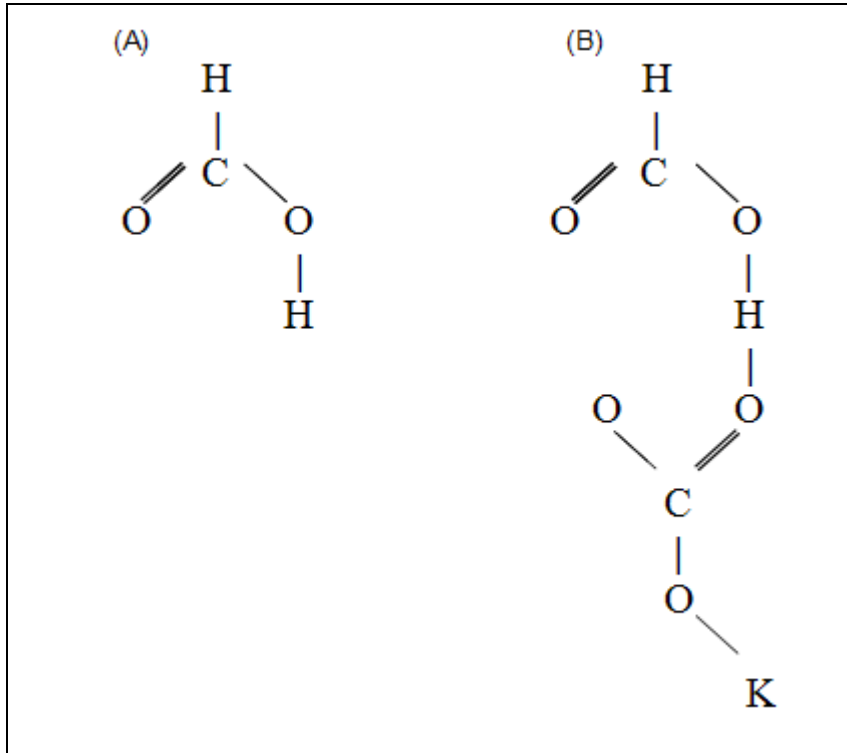


Figura 4 - (A) Estrutura molecular do ácido fórmico; (B) Estrutura molecular do diformiato de potássio

Paulicks et al. (2000), avaliando a adição de diformiato de potássio em dietas para leitões de 21 a 63 dias de idade, obtiveram melhora significativa no ganho de peso e na conversão alimentar em comparação à dieta controle. Eidelsburger et al. (2007) estudando a inclusão de 1,2% de diformiato de potássio na dieta de leitões-desmamados aos 28 dias, durante duas semanas, observaram melhoras significativas no ganho diário de peso e na conversão alimentar. Em relação à digestibilidade ileal e fecal e retenção de nutrientes, Mroz et al. (2002) estudando os efeitos do diformiato de potássio em suínos na fase de crescimento e terminação, não observaram diferenças significativas.

Estudando a inclusão 1,8% de diformiato de potássio na ração de leitões desmamados, Canibe et al. (2001) não verificaram redução do pH gastrintestinal. Verificaram, entretanto, redução na contagem de bactérias anaeróbicas totais, bactérias lácticas, coliformes e leveduras, sugerindo que a ação antimicrobiana se deu em função da penetração do acidificante não ionizado nas células.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais e as metodologias utilizados estão descritos nos itens que seguem.

4.1 LOCAL E INSTALAÇÕES

Foram conduzidos dois ensaios na Universidade Estadual Paulista, nas instalações de creche do Setor de Suinocultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu. O primeiro realizado entre 22 de junho e 2 de agosto de 2006 (ensaio I), teve a finalidade de avaliar o desempenho e incidência de diarreia em leitões desmamados. O segundo, realizado entre 12 de janeiro e 23 de janeiro de 2007 (ensaio II), teve como objetivo avaliar a digestibilidade de nutrientes que faziam parte de composição das dietas experimentais fornecidas aos animais.

No ensaio I, referente à avaliação do desempenho e incidência de diarreia, os animais foram alojados em galpão de creche construído em alvenaria, com pé direito de 3,5 m e equipado com cortinas nas laterais para o controle da ventilação interna. Os animais foram confinados em baias metálicas suspensas, com área de 1,70 m² e equipadas com comedouro, bebedouro tipo chupeta e campânula com resistência elétrica para aquecimento dos leitões, sendo a parte anterior do piso, sob o comedouro e a campânula, de concreto compacto, e a parte posterior composta por piso ripado plástico. Sob as baias foi mantida uma lâmina d'água, que era esgotada de uma a duas vezes por semana, dependendo do volume de dejetos produzido. O período experimental teve duração de 42 dias.

No ensaio II, referente à determinação da digestibilidade dos nutrientes, os animais foram alojados em galpão de creche construído em alvenaria, com pé direito de 3,5 m e equipado com janelas basculantes nas laterais para o controle da ventilação interna. Os animais foram confinados em gaiolas de estudo de metabolismo, semelhante às descritas por Pekas (1968). O período experimental

teve duração de 11 dias, sendo seis dias de adaptação dos animais às gaiolas e às dietas experimentais, e cinco dias de coleta.

No estudo de desempenho um termômetro de máxima e mínima foi instalado na altura do piso das baias para auxiliar no controle diário da temperatura no interior da instalação, sendo efetuadas duas leituras ao dia. Esse procedimento serviu de auxílio no manejo das cortinas laterais durante o estudo. As condições ambientais, no período experimental, encontraram-se dentro das características da região, não ocorrendo variações climáticas que prejudicassem o desempenho dos animais.

4.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTO EXPERIMENTAIS

Foram utilizados 130 leitões híbridos comerciais.

No ensaio I, 120 leitões desmamados com 21 dias de idade e com pesos iniciais médios de $5,95 \pm 0,48$ kg, foram distribuídos em um delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e oito repetições, em uma unidade experimental composta por 3 leitões por baia. Os critérios adotados para formação dos blocos foram o peso e o sexo dos leitões. Durante o período experimental, os leitões receberam três tipos de ração, de acordo com o sistema de arraçoamento por fases: ração pré-inicial, de 0 a 15, ração inicial 1, de 16 a 32 e ração inicial 2, de 33 a 42 dias pós-desmame. As rações foram formuladas segundo adaptação das recomendações de Rostagno et al. (2005) em função do peso dos animais ($\pm 6,0$ a $10,2$ kg, $\pm 10,2$ a $17,6$ kg e $\pm 17,6$ a $22,8$ kg para as fases pré-inicial, inicial 1 e inicial 2, respectivamente) e isonutrientes para cada fase. Tanto rações quanto água foram oferecidas à vontade durante o período experimental. Foram testados cinco tratamentos (T): T1 – controle (ausência de acidificante); T2 - diformiato de potássio; T3 - ácido fumárico; T4 - ácido cítrico; T5 - ácido benzóico. As composições centesimais e nutricionais da ração controle nas três fases são apresentadas nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

No ensaio II, 10 leitões machos castrados e com pesos iniciais médios de $16,42 \pm 0,63$ kg, foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com dois tratamentos e cinco repetições. A cada parcela, aleatoriamente,

atribuiu-se um dos seguintes tratamentos (T): T1 - controle (ausência de acidificante) e T3 - ácido fumárico. O ácido fumárico foi utilizado por ter apresentado melhores resultados de desempenho no ensaio I. As composições centesimais e nutricionais das rações utilizadas correspondem à ração inicial 2 nas tabelas 1 e 2, respectivamente. A inclusão dos acidificantes às rações experimentais substituiu integralmente a quantidade de amido de milho presente na ração tratamento controle (T1).

Tabela 1 - Composição centesimal das rações Pré-inicial (0 - 15 dias), Inicial 1 (15 - 32 dias) e Inicial 2 (32 - 42 dias)

| | Pré-Inicial | Inicial 1 | Inicial 2 |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingredientes | (%) | (%) | (%) |
| Milho | 49,776 | 54,068 | 62,753 |
| Farelo de soja | 24,500 | 27,000 | 29,000 |
| Plasma sanguíneo | 4,000 | 2,500 | - |
| Açúcar | 4,000 | 4,000 | 3,000 |
| Soro de leite | 7,000 | 4,000 | - |
| Lactose | 4,300 | 2,820 | - |
| Óleo de soja | 1,200 | 1,200 | 1,000 |
| Amido de milho ¹ | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Fosfato bicálcico | 1,850 | 1,700 | 1,430 |
| Calcário | 0,750 | 0,770 | 0,750 |
| Óxido de zinco | 0,342 | - | - |
| Cloreto de sódio | 0,300 | 0,300 | 0,350 |
| L-lisina HCl | 0,430 | 0,260 | 0,327 |
| DL-metionina | 0,125 | 0,072 | 0,055 |
| L-treonina | 0,165 | 0,070 | 0,095 |
| L-triptofano | 0,022 | - | - |
| Cloreto de colina | 0,040 | 0,040 | 0,040 |
| Suplemento mineral | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Suplemento Vitamínico | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| TOTAL | 100,000 | 100,000 | 100,000 |

¹ Nos demais tratamentos o amido de milho foi substituído pelos respectivos acidificantes, T2: 1,0% de Diformiato de potássio; T3: 1,0% de Ácido Fumárico; T4: 1,0% de Ácido Cítrico; T5: 1,0% de Ácido Benzóico.

Tabela 2 - Composição nutricional calculada das rações Pré-inicial (0 - 15 dias), Inicial 1 (15 - 32 dias) e Inicial 2 (32 - 42 dias)

| | Pré-Inicial | Inicial 1 | Inicial 2 |
|----------------------|-------------|-----------|-----------|
| EM (kcal/kg) | 3350 | 3335 | 3292 |
| PB (%) | 20,07 | 19,94 | 19,45 |
| Lisina total (%) | 1,50 | 1,32 | 1,25 |
| Metionina total (%) | 0,42 | 0,37 | 0,35 |
| Treonina total (%) | 1,00 | 0,88 | 0,83 |
| Triptofano total (%) | 0,27 | 0,25 | 0,22 |
| Ca (%) | 0,88 | 0,84 | 0,75 |
| P tot. (%) | 0,68 | 0,66 | 0,60 |
| Lactose | 9,00 | 5,50 | - |

4.3 DETERMINAÇÃO DO PH DAS DIETAS EXPERIMENTAIS

Amostras das rações utilizadas no experimento foram coletadas e submetidas à análise de pH. Para tanto, 20 g de cada amostra foram suspensas em 30 mL de água deionizada, formando uma massa homogênea agitada por barra magnética em agitador elétrico por 10 minutos e, imediatamente, realizada a leitura em peagômetro. Para cada amostra foram feitas duas repetições, conforme descrito por Giesting; Easter (1985) e a média foi considerada como valor do pH.

4.4 FREQUÊNCIA DE DIARRÉIA

A incidência de diarréia durante o ensaio I foi avaliada diariamente por um único observador, nas duas primeiras semanas, pela manhã e à tarde (7h e 17h), atribuindo os seguintes escores: 0 para fezes normais, 1 para fezes pastosas e 2 para fezes líquidas (SILVA, 2008) e considerada ocorrência de diarréia apenas o escore 2.

4.5 COLETA DE EXCRETAS

Utilizou-se o método da coleta total de fezes. Para definir o início e o final do período de coleta, foi adicionado 1,4% de óxido férrico (Fe_2O_3) às rações, como marcador fecal. As fezes totais produzidas foram coletadas diariamente, armazenadas em sacos plásticos, pesadas, identificadas e colocadas em freezer.

Ao término do período de coleta, as amostras de fezes foram homogeneizadas e retirou-se uma amostra representativa de cada animal para secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C , por um período de 60h. Após a secagem, foram novamente pesadas, para obtenção do valor da primeira matéria seca e, em seguida, moídas em moinhos apropriados. As fezes moídas foram mantidas em condições refrigeradas até o término das análises laboratoriais. O volume de urina excretado foi coletado em baldes plásticos, colocados sob o funil coletor da gaiola, contendo 20 mL de HCl (6,0 N), para evitar perdas de nitrogênio e proliferação bacteriana. No funil coletor de urina foi colocada lã de vidro para retenção de impurezas. A coleta da urina foi realizada diariamente pela manhã e o volume total excretado medido com auxílio de uma proveta com capacidade de 1000 mL e divisões graduadas de 10 em 10 mL. Quando necessário, o volume era completado com água destilada até o volume de número inteiro mais próximo do excretado pelo animal, para facilitar a leitura e retirada da amostra. Após a homogeneização, retirou-se uma alíquota de 10% do volume total (urina + água destilada), a qual foi armazenada em garrafas plásticas, devidamente fechadas, identificadas e mantidas em freezer até a análise laboratorial.

4.6 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e fibra bruta foram calculados com base nos teores dos nutrientes na ração e nas fezes, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{CDA (\%)} = [(\%N_R - \%N_F) / \%N_R \times 100]$$

Onde:

$\%N_R$ = Porcentagem de matéria seca, proteína bruta ou fibra bruta na ração;

$\%N_F$ = Porcentagem de matéria seca, proteína bruta ou fibra bruta nas fezes.

4.7 VARIÁVEIS AVALIADAS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis consideradas na avaliação do desempenho foram o consumo médio diário de ração, o ganho médio diário de peso e a conversão alimentar, determinadas através das quantidades de ração consumidas e realização de pesagens dos leitões no início, 15^o, 32^o e 42^o dias do experimento. Para efeito de correção do consumo de ração médio, os dados obtidos foram corrigidos de acordo com a mortalidade dentro da unidade experimental.

As análises dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) das rações e das fezes foram realizadas de acordo com a AOAC (1995) e a determinação da energia bruta (EB) foi realizada em bomba calorimétrica automática PARR. Todas as amostras foram analisadas em duplicata.

Tanto os dados do ensaio de desempenho quanto os do ensaio de digestibilidade foram submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2001).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o ensaio I, a temperatura média aferida foi de 22°C. No período correspondente, as temperaturas do interior do galpão variaram de 15°C a 30°C.

Os valores médios de pH das rações pré-inicial (0 a 15 dias pós-desmame), inicial 1 (16 a 32 dias pós-desmame) e inicial 2 (33 a 42 dias pós-desmame) são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Valores determinados de pH das rações experimentais

| Tratamentos | Pré-inicial | Inicial 1 | Inicial 2 |
|-----------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Controle (T1) | 6,51 | 6,21 | 6,24 |
| Diformiato de Potássio (T2) | 5,49 | 5,38 | 5,42 |
| Ácido Fumárico (T3) | 4,87 | 4,88 | 4,82 |
| Ácido Cítrico (T4) | 5,18 | 5,08 | 5,01 |
| Ácido Benzóico (T5) | 5,80 | 5,62 | 5,68 |

Na ração pré-inicial, a suplementação dos diferentes acidificantes determinou reduções médias de 1,02; 1,64; 1,33 e 0,71 unidade de pH para os tratamentos Diformiato de Potássio (T2), Ácido Fumárico (T3), Ácido Cítrico (T4) e Ácido Benzóico (T5), respectivamente, com relação ao tratamento Controle (T1). Na ração inicial 1, os acidificantes determinaram reduções médias de 0,83; 1,33; 1,13 e 0,69 unidade de pH da ração para os tratamentos diformiato de potássio (T2), ácido fumárico (T3), ácido cítrico (T4) e ácido benzóico (T5), respectivamente, com relação ao tratamento controle (T1). Na ração inicial 2, os acidificantes determinaram reduções médias de 0,82; 1,42; 1,23 e 0,56 unidade de pH da ração para os tratamentos diformiato de potássio (T2), ácido fumárico (T3), ácido cítrico (T4) e ácido benzóico (T5), respectivamente, com relação ao tratamento controle (T1). A inclusão dos acidificantes às dietas propiciou a redução no pH das mesmas, concordando com os resultados obtidos por Risley et al. (1992).

5.1 DESEMPENHO

Os resultados de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) na fase de 0 a 15 dias, de 0 a 32 dias e de 0 a 42 dias de experimentação são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Desempenho dos leitões nos períodos de creche, segundo os tratamentos

| Período | Tratamentos | | | | | CV (%) |
|--------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|
| | Controle | Diformiato de Potássio | Ácido Fumárico | Ácido Cítrico | Ácido Benzóico | |
| <i>0 - 15 dias</i> | | | | | | |
| CDR (g) | 388 ^b | 402 ^{ab} | 441 ^a | 394 ^{ab} | 384 ^b | 8,40 |
| GDP (g) | 283 ^{ab} | 295 ^{ab} | 316 ^a | 291 ^{ab} | 274 ^b | 8,90 |
| CA | 1,37 ^a | 1,36 ^a | 1,40 ^a | 1,36 ^a | 1,40 ^a | 4,00 |
| <i>0 - 32 dias</i> | | | | | | |
| CDR (g) | 595 ^b | 617 ^{ab} | 695 ^a | 625 ^{ab} | 604 ^b | 9,00 |
| GDP (g) | 349 ^b | 371 ^{ab} | 413 ^a | 378 ^{ab} | 357 ^{ab} | 10,90 |
| CA | 1,71 ^a | 1,66 ^a | 1,68 ^a | 1,65 ^a | 1,69 ^a | 3,50 |
| <i>0 - 42 dias</i> | | | | | | |
| CDR (g) | 695 ^b | 743 ^{ab} | 809 ^a | 731 ^{ab} | 726 ^{ab} | 9,20 |
| GDP (g) | 382 ^b | 421 ^{ab} | 447 ^a | 412 ^{ab} | 405 ^{ab} | 10,90 |
| CA | 1,82 ^a | 1,76 ^a | 1,81 ^a | 1,77 ^a | 1,80 ^a | 3,40 |

CDR: Consumo Diário de Ração; GDP: Ganho Diário de Peso; CA: Conversão Alimentar.

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Durante os primeiros quinze dias após o desmame (período 0 aos 15 dias) foi observado efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre o consumo de ração. A inclusão do ácido fumárico (T3) na dieta propiciou ($P < 0,05$) aumento de 13,66% no consumo de ração, em relação ao tratamento controle. O diformiato de potássio (T2) e o ácido cítrico (T4) por outro lado, não influenciaram ($P > 0,05$) a ingestão de alimento, ao serem adicionados às dietas, apesar de propiciaram aumento de 3,5%, quando comparados ao tratamento controle. Nesse período, o ganho em peso também não foi influenciado pelos tratamentos. Nessa variável, ao comparar os tratamentos, constatou-se que o efeito da inclusão do ácido fumárico foi superior ao do ácido benzóico (T5) em 13,29% e 6,64% aos demais tratamentos.

Ao ser considerado o período de 0 aos 32 dias, foi observado efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre o consumo de ração e ganho em peso dos leitões. Comparada ao tratamento controle, a presença do ácido fumárico na ração (T3) propiciou ($P < 0,05$) aumento de 16,80% no consumo de alimento. Em relação aos demais tratamentos, o consumo de ração dos animais que receberam o ácido fumárico foi superior ($P < 0,05$) àqueles sob o tratamento T5 (ácido benzóico) em 13,09% e cerca de 10% superior aos demais tratamentos. Para a variável ganho em peso, o ácido fumárico propiciou ($P < 0,05$) aos leitões aumento de 18,33%, comparando-se ao tratamento controle e, pelo menos, 8,5% superior aos dos demais tratamentos.

No período total de avaliação (0 aos 42 dias) foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre o consumo de ração e o ganho de peso. O tratamento T3 (ácido fumárico) propiciou aumento ($P < 0,05$) de 16,40% na ingestão de alimento, uma vez comparado ao consumo da dieta controle e, pelo menos, 8,15% a mais no consumo, em relação aos demais tratamentos. Na variável ganho de peso, o tratamento ácido fumárico propiciou um aumento de 17,01% ($P < 0,05$) quando comparado ao tratamento controle e valores, pelo menos, 5,81% superiores aos dos demais tratamentos.

Em cada período avaliado, assim como no período total, a conversão alimentar não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos tratamentos. Apesar de inserir acréscimos ao consumo diário de ração e ao ganho diário de peso, a suplementação de acidificantes não proporcionou melhora na eficiência de uso dos nutrientes durante os períodos avaliados ($P > 0,05$). Os resultados obtidos no presente trabalho concordam com os encontrados por Risley et al. (1992), que, apesar de terem observado redução no pH das rações, não verificaram melhora no desempenho de leitões desmamados alimentados com rações contendo 1,5% de ácido cítrico ou fumárico.

Krause et al. (1994) ao estudar a suplementação de ácido fumárico e ácido cítrico e Silva (2008) a inclusão de uma mistura de ácidos orgânicos não observaram diferenças significativas na conversão alimentar dos animais. Resultados desfavoráveis foram obtidos por Boling et al. (2000) avaliando a inclusão do ácido cítrico na dieta de leitões desmamados, os quais apresentaram valores de consumo de ração abaixo do tratamento controle.

Os resultados deste estudo assemelham-se às observações de Canibe et al. (2001) quando incluíram 1,8% de diformiato de potássio na dieta de leitões, ao longo de quatro semanas após o desmame, não observando diferença significativa na conversão alimentar. Outros estudos, entretanto (PAULICKS et al., 1996; KIRCHGESSNER et al., 1997) apontam para a melhora no desempenho dos animais alimentados com rações suplementadas pelo referido ácido. Kludge et al. (2006) avaliando a suplementação de 1,2% de diformiato de potássio, observaram resultados significativos para a variável conversão alimentar em leitões desmamados.

A melhora na eficiência alimentar foi observada por Falkowski e Aherne (1984) e Giesting e Easter (1985), avaliando dietas para leitões desmamados, suplementadas com 1,0 a 2,0% de acidificantes. A acidificação da dieta com 1,0% de ácido cítrico (BURNELL et al., 1988) e até 3,0% de ácido fumárico (GIESTING et al., 1991) promoveu melhora significativa na conversão alimentar para o período de duas semanas após o desmame.

As respostas ao uso de acidificantes em rações de leitões desmamados foram variáveis, principalmente em função de diferentes matérias primas na composição das rações, condições sanitárias, idade dos animais no desmame, tipo e nível de inclusão dos acidificantes estudados. Como definiram Radecki et al. (1988) e Radcliffe et al. (1998) a melhora no desempenho dos leitões alimentados com rações contendo acidificantes seria consequência da acidificação do conteúdo gástrico. Essa acidificação compensaria o baixo nível de secreção de ácido clorídrico apresentado pelos leitões desmamados, auxiliando-os nos processos digestivos e minimizando o comprometimento no crescimento (RADECKI et al., 1988).

Outro fator que afeta a resposta dos acidificantes é o nível de inclusão utilizado. Nos trabalhos citados por Giesting e Easter (1985), Radecki et al. (1988) e Tsiloyiannis et al. (2001) melhora significativa, quanto ao ganho de peso e à eficiência na utilização da ração, foi observada quando os acidificantes estudados tiveram inclusão superior a 1,0% da dieta.

A manutenção de condições ambientais favoráveis e/ou a baixa pressão de desafio, provavelmente, influenciaram os resultados de desempenho dos leitões aos efeitos dos acidificantes. Radcliffe et al. (1998) ressaltaram a possibilidade das condições ambientais e de alojamento existentes, como temperatura, doenças e

outros fatores estressantes, favorecerem a ação dos ácidos orgânicos e potencializarem sua resposta sobre o desempenho dos leitões desmamados.

A composição das dietas seria outro fator a se considerar no desempenho do leitão desmamado, em resposta à inclusão dietética dos ácidos orgânicos. Certos ingredientes podem interferir na resposta aos ácidos orgânicos, segundo Partanen e Mroz (1999). A atuação de acidificantes é mais efetiva no desempenho dos leitões desmamados quando realizada em dietas simples, à base de cereais e farelo de soja, do que em rações mais complexas, contendo produtos lácteos (BURNELL et al., 1986; OWSLEY et al., 1988; GIESTING et al., 1991). Considerando as dietas pré-inicial e inicial 1 do presente estudo, a inclusão de ingredientes como soro de leite e lactose pode ter minimizado o desafio nutricional dos animais, pois além de serem mais digestíveis, a fermentação da lactose (advinda desses ingredientes) origina ácido lático o que reduz a necessidade de acidificação da dieta.

5.2 FREQUÊNCIA DE DIARRÉIA

Não foi constatada ocorrência de diarreia nos leitões ao longo das duas primeiras semanas pós-desmame, possivelmente em função da presença de óxido de zinco e do uso de matérias primas de boa digestibilidade nas rações pré-iniciais, concordando com Silva et al. (2008). Fryer et al.¹ (1992 apud ARANTES et al., 2007, p.194) ressaltaram que os íons zinco podem interagir com a *Escherichia coli*, inibindo e/ou reduzindo a atividade dessa bactéria no trato digestório dos suínos, auxiliando dessa forma na prevenção da diarreia.

Pesquisas indicam que o uso de acidificantes tem efeitos benéficos sobre o desempenho e incidência de diarreia em leitões desmamados, principalmente em situações de campo com elevada exposição a situações de estresse (TSILOYIANNIS et al., 2001; FREITAS et al., 2006).

¹FRYER, A.; MILLER, E.R; KU, P.K.; ULLREY, D.E. Effect of elevated dietary zinc on growth performance of weanling. Swine research report from the Michigan State University. **Agricultural Experimental Station East Lansing**, n. 520, p. 128-132, 1992

Hansen et al. (2007), estudando a inclusão de ácidos orgânicos em dietas iniciais de leitões durante três semanas, observaram a diminuição de enterobactérias na região proximal e distal do estômago, em consequência da redução do pH gástrico. De acordo com os autores, a redução do pH estomacal, principalmente na região proximal, associada à diminuição da população de enterobactérias, cria uma barreira biológica contra a colonização desses microrganismos nas regiões posteriores do trato digestório.

5.3 DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES

Os valores dos coeficientes de digestibilidade, absorção e retenção de nitrogênio e os teores energéticos das rações avaliadas, são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), fibra bruta (CDAFB) e proteína bruta (CDAPB) e valores de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) das rações, nitrogênio absorvido (NA) e nitrogênio retido (NR) pelos leitões ¹

| Variáveis | Tratamentos | | CV (%) |
|---------------|-----------------|-----------------|--------|
| | Controle | Ácido Fumárico | |
| | Média ± EPM | | |
| CDAMS (%) | 85,83 ± 0,95 | 85,95 ± 0,30 | 1,73 |
| CDAFB (%) | 49,97 ± 5,77 | 51,82 ± 2,88 | 18,99 |
| CDAPB (%) | 83,34 ± 1,31 | 82,93 ± 0,88 | 2,83 |
| E D (Kcal/kg) | 3380,40 ± 41,40 | 3381,40 ± 16,91 | 1,97 |
| E M (Kcal/kg) | 3374,00 ± 41,24 | 3374,80 ± 17,07 | 1,97 |
| NA (%) | 83,34 ± 1,31 | 82,93 ± 0,88 | 2,83 |
| NR (%) | 65,08 ± 1,41 | 66,14 ± 0,50 | 3,51 |

¹ Ausência de efeito dos tratamentos (P>0,05) nas médias dos coeficientes.

A suplementação com ácido fumárico na dieta, não influenciou (P>0,05) a digestibilidade fecal aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra bruta, absorção

e retenção de nitrogênio e os valores de energia digestível e metabolizável. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Blank et al. (1999) embora tivessem constatado maior digestibilidade ileal da matéria seca, proteína bruta, energia e da maioria dos aminoácidos em leitões desmamados alimentados com dieta contendo ácido fumárico, não verificaram efeito na digestibilidade fecal (aparente).

No ensaio de digestibilidade, a ausência de efeitos do ácido fumárico nos coeficientes aparentes e valores energéticos da ração, deveu-se, possivelmente, a maior idade dos leitões e ao curto período de fornecimento da ração com acidificante. Como pôde ser observado no ensaio de desempenho, o maior tempo no fornecimento do alimento permitiu distinção de resposta entre os ácidos e a partir dos resultados definiu-se o estudo de digestibilidade com o melhor tratamento. Blank et al. (1999) verificaram que o efeito da adição de ácido fumárico na ração de leitões desmamados sobre a digestibilidade dos nutrientes foi maior nos animais mais jovens, provavelmente em função de sua menor capacidade de secreção de ácido clorídrico e de enzimas digestivas.

As respostas das características de desempenho e dos coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes, frente à suplementação de acidificantes são variáveis e contraditórias. Os resultados mais constantes e significativos são em relação ao poder antimicrobiano dos acidificantes. Esse poder, na maioria das vezes, se dá quando ocorre a redução do pH estomacal. Trabalhos estudando o fornecimento de dietas líquidas fermentadas para leitões desmamados, evidenciaram respostas positivas, relacionando a redução do pH gástrico com o controle antimicrobiano (HØJBERG et al., 2003; CANIBE et al., 2007). Højberg et al. (2003) avaliando os efeitos de dieta líquida fermentada sobre taxas de fermentação na digesta de suínos, observaram a redução de bactérias coliformes (indicadoras de *Escherichia coli* e *Salmonella* spp.) no estômago e parte distal do intestino delgado. Os autores sugeriram provável efeito bactericida do ácido láctico e ao reduzido pH. Canibe et al. (2007) ao estudarem dietas líquidas, fermentadas ou não, salientaram a preocupação com a redução do pH no conteúdo gástrico. Essa redução favoreceria o aproveitamento dos ácidos graxos de cadeia curta (ácidos orgânicos) e o controle de enterobactérias.

6 CONCLUSÕES

Nas condições presentes, a suplementação de acidificantes, principalmente o tratamento com 1,0% de ácido fumárico, às dietas de leitões desmamados favoreceu o desempenho.

A não-distinção estatística dos coeficientes de digestibilidade fecal aparente dos nutrientes, valores de energia digestível e metabolizável entre a ração referência e ração teste com 1,0% do ácido fumárico se deveu, provavelmente, devido a maior idade dos leitões e ao curto período de avaliação.

Novos estudos com níveis dietéticos crescentes dos acidificantes, enfatizando-se desempenho e digestibilidade de nutrientes em leitões, imediatamente ao desmame, ajudariam na elucidação dos efeitos desses aditivos.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, V. M.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; MALHEIROS, E. B.; BARROS, V. M.; PINTO, E. S.; BUDIÑO, F. E. L.; FRAGA, A. L.; HUAYNATE, R. A. R.; RUIZ, U. S. Níveis de zinco na dieta de leitões recém-desmamados sobre o perfil de parâmetros sangüíneos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p.193-205, 2007.
- ARMSTRONG, W. D.; CLAWSON, A. J. Nutrition and management of early weaned pigs: effect of increased nutrient concentrations and (or) supplemental liquid feeding. **Journal of Animal Science**, v. 50, n. 3, p. 377-384, 1980.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA - ABIPECS. **Relatório ABIPECS 2008**. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br/relatorios/ABIPECS_relatorio_2007_pt.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025 p.
- BELLAVER, C.; SCHEUERMANN, G. Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte. In: CONFERÊNCIA AVESUI, 3., 2004, Florianópolis, SC. **Anais eletônicos...** Concórdia: Embrapa CNPSA, 2004. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_k5m39r0c.pdf>. Acesso em: 29 maio 2008.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.
- BLANCHARD, P. Less buffering more enzymes and organic acids. **Pig Progress**, v. 16, n. 3, p. 23-25, 2000.
- BOLING, S. D.; WEBEL, D. M.; MAVROMICHALIS, I.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The effects of citric acid on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 682-689, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. **Sistema de Legislação Agrícola Federal**. Brasília: MAPA, 2004. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=10195>>. Acesso em: 31 maio 2008.

BRAZ, D. B. **Acidificantes como alternativas aos antimicrobianos melhoradores do desempenho de leitões na fase de creche**. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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, n. 5, p.1100-1108, 1988.

BUTOLO, J. E. Uso de aditivos na alimentação de aves: frangos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE AS IMPLICAÇÕES SOCIOECONÔMICAS DO USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO ANIMAL, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p. 85-94.

CANIBE, N.; HØJBERG, O.; BADSBURG, J. H.; JENSEN, B. B. Effect of feeding fermented liquid feed and fermented grain on gastrointestinal ecology and growth performance in piglets **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2959-2971, 2007.

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

CERA, K. R.; MAHAN, D. C.; CROSS, R. F.; REINHART, G. A.; WHITMOYER, R. E. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 1, p. 574-584, 1988.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. **Council regulation on the authorisation of the additive avilamycin in feedingstuffs**. Brussels, 2003. Disponível em: <<http://register.consilium.eu.int/pdf/en/03/st06/st06120en03.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2008.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 450 p.

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

DU, W. Adding Potassium Diformate in Grower-Finisher Swine Diets. [2001] Disponível em: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/info_n_potass.htm>. Acesso em: 07 abr. 2008.

EFIRD, R. C.; ARMSTRONG, W. D.; HERMAN, D. L. The development of digestive capacity in young pigs: effects of age and weaning system. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 6, p.1380-1387, 1982.

EIDELSBURGER, U.; WALD, C.; PORTOCARERO-KHAN, N. Effect of potassium diformate (Formi[®]) inclusion at two different dietary protein levels on performance and health of weaner piglets. In: BOKU-SYMPOSIUM TIERERNÄHRUNG, 6., 2007, Viena. **Anais eletrônicos...** Viena: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2007. Disponível em: <http://www.boku.ac.at/tte-symposium/Tagungsband/BOKU_Symposium_2007.pdf#page=263>. Acesso em: 06 jun. 2008.

EIDELSBURGUER, U. Feeding short-chain organic acids to pigs. In: WISEMAN, J.; GARNSWORTHY, P. C. (Ed.). **Recent Developments in Pig Nutrition**. 3. ed. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. cap. 6, p. 107-121.

FALKOWSKI, J. F.; AHERNE, F. X. Fumaric and citric acid as feed additives in starter pig nutrition. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 4, p. 935-938, 1984.

FREITAS, L. S.; LOPES, D. C.; FREITAS, A. F.; CARNEIRO, J. C.; CORASSA, A.; PENA, S. M.; COSTA, L. F. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1711-1719, 2006.

GABERT, V. M.; SAUER, W. C. The effect of fumaric acid and sodium fumarate supplementation to diets for weanling pigs on amino acid digestibility and volatile fatty acid concentration in ileal digesta. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, p. 243-254, 1995.

GAUTHIER, R. Modo de ação dos acidificantes e interesse que geram na fase de crescimento e terminação. **Revista Pork World**, v. 5, n. 28, p. 52-58, set./out. 2005.

GEARY, T. M.; BROOKS, P. H.; BEAL, J. D.; CAMPBELL, A. Effect on weaned pig performance and diet microbiology of feeding a liquid diet acidified to pH 4 with either lactic acid or through fermentation with *Pediococcus acidilactici*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, p. 633-640, 1999.

GHELER, T. R. **Utilização de ácido benzóico na dieta de leitões desmamados.** 2005. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

GIESTING, D. W.; EASTER, R. A. Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organic acids. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 5, p. 1288-1294, 1985.

GIESTING, D. W.; ROOS, M. A.; EASTER, R. A. Evaluation of the effect of fumaric acid and sodium bicarbonate addition on performance of starter pigs fed diets of different types. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 6, p. 2489-2496, 1991.

GOMES, F. E. **Ácidos orgânicos em dietas para leitões após o desmame.** 2005. 59 f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

HANSEN, C. F.; RIIS, A. L.; BRESSON, S.; HØJBJERG, O.; JENSEN, B. B. Feeding organic acids enhances the barrier function against pathogenic bacteria of the piglet stomach. **Livestock Science**, v. 108, p. 206-209, 2007.

HENRY, R. W.; PICKARD, D. W.; HUGHES, P. E. Citric acid and fumaric acid as food additives for early-weaned piglets. **Animal Production**, v. 40, p. 505-509, 1985.

HØJBERG, O.; CANIBE, N.; KNUDSEN, B.; JENSEN, B. B. Potential rates of fermentation in digesta from the gastrointestinal tract of pigs: effect of feeding fermented liquid feed. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, p. 408-418, 2003.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS - IFT. Antimicrobial Resistance: Implications for the Food System. An Expert Report, Funded by the IFT Foundation. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5, n. 3, p. 71-137, 2006.

JASAITIS, D. K.; WOHLT, J. E.; EVANS, J. L. Influence of feed ion content on buffering capacity of ruminant feedstuffs in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 7, p. 1391-1403, 1987.

KIRCHGESSNER, M.; PAULICKS, B. R.; ROTH, F. X. Effects of supplementations of diformate complexes (Formi[®] LHS) on growth and carcass performance of piglets and fattening pigs in response to application time. **Agribiological Research**, v. 50, n. 1, p. 1-10, 1997.

KLUGE, H.; BROZ, J.; EDER, K. Effect of benzoic acid on growth performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, gastrointestinal microflora and parameters of microbial metabolism in piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 90, p. 316-324, 2006.

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

KRAUSE, D. O.; HARRISON, P. C.; EASTER, R. A. Characterization of the nutritional interactions between organic-acids and inorganic bases in the pig and chick. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 4/6, p. 1257-1262, 1994.

LINDEMANN, M. D.; CORNELIUS, S. G.; EL KANDELGY, S. M.; MOSER, R. L.; PETTIGREW, J. E. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 5, p. 1298-1307, 1986.

LÜDKE, J. V.; KAMPHORST, H.; CARDOSO, S.; NICOLAIEWSKY, S. Efeito da inclusão de ácido fumárico em dietas para leitões desmamados aos 23 dias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais ...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 358.

MATHEW, A. G.; CISELL, R.; LIAMTHONG, S. Antibiotic resistance in bacteria associated with food animals: a United States perspective of livestock production. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 4, n. 2, p.115-133, 2007.

MELLOR, S. Solving the problems of weaning is no mean feat. **Pig Progress**, v. 16, n. 9, p. 31-33, 2000.

MENTEN, J. F. M. Aditivos alternativos na produção de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 141-157.

MOLLY, K. Formulating to solve the intestinal puzzle. **Pig Progress**, v. 17, n. 8, p. 20-22, 2001.

MORÉS, N.; AMARAL, A. L. Patologias associadas ao desmame. In: CONGRESSO DA ABRAVES, 10., 2001, Porto Alegre, RS. **Anais eletônicos...** Concórdia:

Embrapa CNPSA, 2001. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Palestras2001/Nelson_Mores.pdf>. Acesso em: 11 maio 2008.

MROZ, Z. Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. **Advances in Pork Production**, v.16, p.169-182, 2005.

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 dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 2622-2632, 2000.

MROZ, Z.; REESE, D. E.; ØVERLAND, M.; VAN DIEPEN, J. T. M.; KOGUT, J. The effects of potassium diformate and its molecular constituents on the apparent ileal and fecal digestibility and retention of nutrients in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 681-690, 2002.

OWSLEY, W. F.; ORR, D. E., Jr.; TRIBBLE, L. F. Effects of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the young pig. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 2, p. 497-504, 1986.

PARTANEN, K. Organic acids - their efficacy and modes of action in pigs. In: PIVA, A.; BACH KNUDSEN, K. E.; LINDEBERG, J. E. (Ed.). **Gut Environment of pigs**. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. p. 201-217.

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

PAULICKS, B. R.; ROTH, F. X.; KIRCHGESSNERJ, M. Dose effects of potassium diformate (Formi[®] LHS) on the performance of growing piglets. **Agribiological Research**, v. 49, p. 318-326, 1996.

PAULICKS, B. R.; ROTH, F. X.; KIRCHGESSNERJ, M. Effects of potassium diformate (Formi[®] LHS) in combination with different grains and energy densities in the feed on growth performance of weaned piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 84, p.102-111, 2000.

PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v. 27, n. 5, p. 301-1306, 1968.

PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v. 51, p. 215-236, 1997.

PUPA, J. M. R.; KUANA, S.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Valores de energia digestível e metabolizável do ácido fumárico, e a digestibilidade dos nutrientes da ração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAVES, 1999. p. 437-438.

RADCLIFFE, J. S.; ZHANG, Z.; KORNEGAY, E. T. The effects of microbial phytase, citric acid, and their interaction in a corn-soybean meal-based diet for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 7, p. 1880-1886, 1998.

RADECKI, S.V.; JUHL, M.R.; MILLER, E. R. Fumaric and citric acids feed additives in starter pig diets: effect on performance and nutrient balance. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 6, p. 2598-2605, 1988.

RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E. T. Acidification of weaned pig diets: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 62, p. 313-322, 1993.

RISLEY, C. R.; KORNEGAY, E. T.; LINDEMANN, 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 Science**, v. 70, n. 1, p. 196-206, 1992.

RISLEY, C. R.; KORNEGAY, E. T.; LINDERMANN, 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.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2005. 141 p.

ROSTAGNO, H. S.; PUPA, J. M. Fisiologia da digestão e alimentação de leitões. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E MANEJO DE LEITÕES, 1998, Campinas. **Anais ...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p. 60-87.

RUSSELL, J. B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 73, n. 5, p. 363-370, 1992.

RUTZ, F.; LIMA, G. J. M. M. O uso de antimicrobianos como promotores de crescimento no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. v. 1, p. 68-77.

SANO, H.; NAKAMURA, E.; TAKAHASHI, H.; TERASHIMA, Y. Plasma insulin and glucagon responses to acute challenges of acetate, propionate, *n* – butyrate and glucose in growing gilts (*Sus scrofa*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 110, n. 4, p. 375-378, 1995.

SCHWARZER, K. The role of organic acids and natural principles in animal health and performance. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 4., 2005, Florianópolis. **Anais eletrônicos ...** Florianópolis: Embrapa Suínos e Aves, 2005. Disponível em:
<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_d7s76u1h.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2007.

SHIELDS, R. G., Jr.; EKSTROM, K. E.; MAHAN, D. C. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. **Journal of Animal Science**, v.50, n. 2, p. 257-265, 1980.

SILVA, A. M. R.; BERTO, D. A.; LIMA, G. J. M. M.; WECHSLER, F.S.; PADILHA, P.M.; CASTRO, V.S. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 286-295, 2008.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS language reference**. Version 8, Cary, 2001. 1042p.

STRAW, M. L.; KORNEGAY, E. T.; EVAN, J. L.; WOOD, C. M. Effects of dietary pH and phosphorous source on performance, gastrointestinal tract digesta, and bone measurement of weaning pigs. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4496-4504, 1991.

TEIXEIRA, M. P.; SILVA, G. F.; LOPES, D. C.; CORASSA, A.; TEIXEIRA, A. O.; BÜNZEN, S.; PENA, S. M.; GATTAS, G.; COSTA, L. F. Avaliação de ácidos orgânicos e inorgânicos em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003,

Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2003]. 1 CD-ROM.

THOMPSON, J. L.; HINTON, M. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on salmonella in the crop. **British Poultry Science**, v. 38, p. 59-65, 1997.

TSILOYIANNIS, V. K.; KYRIAKIS, S. C.; VLEMMAS, J.; SARRIS, K. The effect of organic acids on the control of post-weaning oedema disease of piglets. **Research in Veterinary Science**, v. 70, n. 3, p. 281-285, 2001.

UTIYAMA, C. E. **Utilização de agentes antimicrobianos, probióticos, prebióticos e extratos vegetais como promotores de crescimento de leitões recém-desmamados**. 2004. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Ácidos orgânicos e suas misturas em dietas de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2., 2003, Cascavel. **Anais ...** Cascavel: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.153-182.

WALSH, M. C.; PEDDIREDDI, L.; RADCLIFFE, J. S. **Acidification of nursery diets and the role of diet buffering capacity**. Ohio: The Ohio State University, 2004. p. 25-36. Disponível em: <<http://porkinfo.osu.edu/2004%20swine%20Doc.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2008.

XU, R.J. Development of the newborn GI tract and relation to colostrum milk intake: a review. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 8, p. 35-48, 1996.