

ACIDIFICANTES COMO ALTERNATIVA AOS ANTIMICROBIANOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE LEITÕES#

ACIDIFIERS AS ALTERNATIVES TO ANTIMICROBIAL GROWTH PROMOTER OF WEANLING PIGS

Braz, D.B.^{1*}, Costa, L.B.¹, Berenchtein, B.¹, Tse, M.L.P.¹, Almeida, V.V.¹ e Miyada, V.S.¹

¹Departamento de Zootecnia. ESALQ/USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Brasil. *dbbraz@yahoo.com.br

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Ácidos orgânicos. Aditivos. Desempenho. Suínos.

ADDITIONAL KEYWORDS

Organic acids. Additives. Performance. Piglets.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar combinações de acidificantes como alternativas aos antimicrobianos melhoradores do desempenho de leitões na fase de creche. O experimento foi em blocos casualizados, com 34 dias de duração e cinco tratamentos. Foram utilizados 160 leitões Topigs recém-desmamados, em torno de 24 dias e peso inicial de 6,69±1,82 kg. Para o período de 1 a 14 dias de experimento (24 a 38 dias de idade), os tratamentos foram: Am - dieta pré-inicial com 0,004% de sulfato de colistina; A1 - pré-inicial com 0,5% do mistura 1 (contendo ácido fórmico, 145000 ppm; ácido fosfórico, 85 000 ppm); A2 - pré-inicial com 0,15% do mistura 2 (butirato de sódio, 64 000 ppm) e 0,4% do mistura 3 (ácido láctico, 620000 ppm; ácido fórmico, 40000 ppm); A3 - pré-inicial com 0,8% do mistura 4 (ácido propiônico, 198000 ppm; ácido acético, 196000 ppm; ácido fórmico, 196000 ppm; ácido fosfórico, 21000 ppm; ácido cítrico, 8500 ppm); A4 - dieta basal com 0,6% do mistura 4 e 0,15% do mistura 5 (ácido benzóico, 590000 ppm; ácido fórmico, 70000 ppm; ácido fosfórico, 50000 ppm; ácido cítrico, 40000 ppm). Para o período de 14 a 34 dias, os tratamentos foram: Am - dieta inicial com 0,004% de sulfato de colistina; A1 - inicial com 0,3% do mistura 1; A2 - inicial com 0,1% do mistura 2 e 0,3% do mistura 3; A3 - inicial com 0,6% do mistura 4; A4 - inicial com 0,5% do mistura 4 e 0,1% do mistura 5. Foram alocados quatro leitões por unidade experimental.

#Parte da Dissertação de mestrado do primeiro autor.

Na fase pré-inicial, o tratamento A2 proporcionou melhor peso aos 14 dias (P14) e ganho diário de peso (GDP) que o A3, e melhor conversão alimentar (CA) que o Am. Para o período total, o A4 determinou melhor CA que o Am. Os tratamentos não afetaram a frequência de diarreia e o pH estomacal. O A4 resultou em menor valor de pH cecal que o Am. Para morfologia intestinal o A2 proporcionou menores valores de profundidade de cripta (PC) do jejuno que o A3 e o Am e maior relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do jejuno que o A1 e o A3. Os acidificantes são uma alternativa promissora aos antimicrobianos promotores do crescimento de leitões na fase de creche.

SUMMARY

The purpose of this work was to evaluate several acidifier blends as alternatives to antimicrobial growth promoters of weanling pigs. A 34-d randomized complete block design experiment was carried out to compare five treatments using one hundred and sixty Topigs 24-d-weaned pigs, with 6.69±1.82 kg live weight. For 1-14 d experimental period (24 to 38 days old), the treatments were: Am - pre-starter diet with 0.004% of colistin sulfate; A1 - pre-starter diet with 0.5% of blend 1 (containing formic acid, 145000 ppm; phosphoric acid, 85000 ppm); A2 - pre-starter diet with 0.15% of blend 2 (butyric acid, 64000 ppm) and 0.4% of blend 3 (lactic acid, 620000 ppm; formic acid, 40000 ppm); A3 - pre-starter diet with

Recibido: 31-7-09. Aceptado: 29-3-10.

Arch. Zootec. 60 (231): 745-756. 2011.

0.8% of blend 4 (propionic acid, 198000 ppm; acetic acid, 196000 ppm; formic acid, 196000 ppm; phosphoric acid, 21000 ppm; citric acid, 8500 ppm); and A4 - pre-starter diet with 0.6% of blend 4 and 0.15% of blend 5 (benzoic acid, 590000 ppm; formic acid, 70000 ppm; phosphoric acid, 50000 ppm; citric acid, 40000 ppm). For 14-34 d experimental period, the treatments were: Am - starter diet with 0.004% of colistin sulfate; A1 - starter diet with 0.3% of blend 1; A2 - starter diet with 0.1% of blend 2 and 0.3% of blend 3; A3 - starter diet with 0.6% of blend 4; and A4 - starter diet with 0.5% of blend 4 and 0.1% of blend 5. The pigs were allotted to 20 suspended pens, with four pigs per experimental unit. For 1-14 d experimental period, treatment A2 gave better body weight at 14th day (BW14) and average daily gain (ADG) than A3, and better feed conversion (FC) than Am. For total experimental period (1-34 d), A4 gave better FC than Am. Treatments did not affect diarrhea frequency and stomach pH. Treatment A4 gave lower pH value than Am. For intestinal morphology, A2 provided smaller jejunum crypt depth (CD) than A3 and Am, and bigger ratio of jejunum villus height: crypt depth than A1 and A3. The acidifiers are a potential alternative to antimicrobial growth promoter for weanling piglets.

INTRODUÇÃO

Na suinocultura o desmame precoce utilizado atualmente representa a prática de manejo mais crítica devido ao estresse sofrido pelo animal.

Por essa razão, o uso de antibióticos melhoradores de desempenho na alimentação de suínos recém-desmamados tem sido utilizado para diminuir a incidência de diarréia pós-desmame e promover melhora na performance dos animais (Partanen, 2002). Entretanto, a crescente pressão por parte dos consumidores por produtos de origem animal mais saudáveis impõe a necessidade de pesquisar alternativas aos antibióticos. Os acidificantes possuem efeito antibacteriano semelhante aos antibióticos assim, eles têm merecido atenção por parte dos pesquisadores como possíveis substitutos dos antimicrobianos (Namkung *et al.*, 2004).

Dessa maneira, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes misturas de acidificantes como alternativas aos antimicrobianos melhoradores do desempenho de leitões na fase de creche, por meio do desempenho dos animais, frequência de diarréia, pH da dieta, do estômago e do ceco e morfologia do epitélio intestinal.

MATERIALE MÉTODOS

Foram utilizados 160 leitões Topigs recém-desmamados no período de 24 a 58 dias de idade, alimentados com duas dietas basais, sendo a pré-inicial fornecida do 1^o ao 14^o dia e a inicial do 14^o ao 34^o dia de experimento. Níveis nutricionais das rações recomendados por Rostagno *et al.* (2005).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos, 8 repetições por tratamento (repetições no tempo) e 4 animais por baia.

Composição das combinações utilizadas: mistura 1: ácido fosfórico, 14000 ppm e ácido fórmico, 85000 ppm; mistura 2: butirato de sódio, 64 000 ppm; mistura 3: ácido láctico, 620000 ppm e ácido fórmico, 40000 ppm; mistura 4: ácido propiônico, 198 000 ppm; ácido acético, 196 000 ppm; ácido fórmico, 196 000 ppm; ácido fosfórico, 21 000 ppm; ácido cítrico, 8500 ppm e cálcio, 250 000 ppm e mistura 5: ácido benzóico, 590 000 ppm; ácido fosfórico, 50 000 ppm; ácido fórmico, 70 000 ppm e ácido cítrico, 40 000 ppm. Os tratamentos na fase pré-inicial foram: antimicrobiano - dieta basal com 0,004% de sulfato de colistina (Am); acidificante 1 - dieta basal com 0,5% do mistura 1 (A1); acidificante 2 - dieta basal com 0,15% do mistura 2 e 0,4% do mistura 3 (A2); acidificante 3 - dieta basal com 0,8% do mistura 4 (A3); acidificante 4 - dieta basal com 0,6% do mistura 4 e 0,15% do mistura 5 (A4). Para a fase inicial os tratamentos foram: antimicrobiano - dieta basal com 0,004% de sulfato de colistina (Am); acidificante 1 - dieta basal com 0,3% do mistura 1 (A1); acidificante 2 - dieta basal com 0,1% do

ACIDIFICANTES COMO PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE LEITÕES NA CRECHE

mistura 2 e 0,3% do mistura 3 (A2); acidificante 3 - dieta basal com 0,6% do mistura 4 (A3); acidificante 4 - dieta basal com 0,5% do mistura 4 e 0,1% do mistura 5 (A4). As composições percentuais das rações basais pré-inicial e inicial encontram-se nas **tabelas I e II**.

A avaliação visual das fezes foi feita diariamente, com escores de 1 a 3, sendo: 1= fezes sólidas, 2= fezes pastosas e 3= fezes líquidas. Os dados de frequência de diarreia, em %, foram transformados pela função $y = \arcsen \sqrt{(p/100)}$, sendo p, a porcentagem de dias com diarreia, de acordo com o recomendado por Barbin (2003). A leitura do pH das dietas foi realizada por um peagâmetro. Para análise do pH do estômago e do ceco e análise de morfologia intestinal foi abatido um animal por unidade experimental no 34º dia de experimento, dos quatro primeiros blocos. Imediatamente após o abate, para verificação do pH do estômago e do ceco, foi utilizado um peagâmetro, de acordo com a metodologia descrita por Alvarenga *et al.* (2006).

Segmentos de cerca de 3 cm de comprimento do duodeno e do jejuno foram retirados para análise das medidas de altura de vilosidade e profundidade de cripta, feitas através de imagens geradas em um microscópio leica DMR, sendo analisadas 10 criptas e 10 vilos a cada 01 cm de campo microscópico.

Os dados foram analisados através da variância pelo PROC GLM (General Linear Models) do SAS (2001) e comparação de médias pelo teste Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o período de 1 a 14 dias, os resultados médios de peso vivo aos 14 dias (P14), CDR, GDP e CA são apresentados na **tabela III**.

Os leitões que receberam ração com acidificante apresentaram P14 e GDP semelhante aos leitões que receberam ração com antimicrobiano, sendo que o P14 e o

GDP foram maiores ($p=0,03$ e $p=0,04$) para o tratamento A2, quando comparado ao A3. Os leitões do A2 apresentaram melhor ($p=0,004$) CA em relação ao Am, e valores semelhantes aos demais tratamentos com acidificantes. Não houve influência ($p>0,05$) sobre o CDR.

Os resultados de P14 e GDP estão de acordo com os dados obtidos por Partanen e Mroz (1999), que verificaram que os acidificantes ajudam a contornar os problemas de baixo desempenho no pós-desmame.

O melhor resultado do A2 em relação ao A3 talvez possa ser justificado pela presença de ácido láctico na ração. Durante o aleitamento, a presença de ácido láctico formado pela ação dos *Lactobacillus* sobre a lactose é responsável pela acidificação no estômago dos leitões (Rostagno e Pupa, 1998). De acordo com Partanen e Mroz. (1999), o ácido láctico pode ter estimulado o funcionamento do intestino, atuando de maneira positiva na microbiota intestinal.

Nas condições de baixo desafio em que foi realizado o trabalho, os dados do estudo confirmam que, de 1 a 14 dias após o desmame, dietas com ácido láctico (ácido predominante do A2), promovem maior GP e melhor CA.

A melhora na CA dos animais com a utilização de acidificantes na dieta corrobora os resultados obtidos por Manzanilla *et al.* (2006), em que a acidificação da dieta com 0,03% de butirato promoveu melhora significativa na CA para o período de duas semanas após o desmame. Por outro lado, os dados do presente estudo diferem daqueles obtidos por Krause *et al.* (1994), que não observaram diferenças significativas na CA dos animais com a adição de ácidos orgânicos às dietas.

O bom desempenho dos animais com a utilização de ácidos orgânicos pode ter ocorrido pelo maior aproveitamento da proteína da dieta. Outra hipótese é a ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos, especialmente contra *Escherichia coli*, responsável pela redução do crescimento e morta-

Tabela 1. Composições percentual e nutricional das dietas basais pré-iniciais, para o período de 1 a 14 dias de experimentação. (Percentage and nutritional compositions of the basal pre-starter diets, from 1 to 14 days of experiment).

	Am ⁴	A1 ⁵	A2 ⁶	A3 ⁷	A4 ⁸
Milho	50,18	49,68	49,63	50,01	49,92
Farelo de soja (46%)	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
Óleo de soja	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Plasma sangüíneo	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Farinha de peixe (58%)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Açúcar	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Soro de leite	15,71	15,71	15,71	15,70	15,71
Sal	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Calcário	0,35	0,35	0,35	0,00	0,08
Fosfato bicálcico	1,17	1,17	1,17	0,90	0,95
Cloreto de colina (60%)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina HCl (78%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
L-Treonina (98,5%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
L-Triptofano (98%)	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
DL-Metionina (99%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Antioxidante BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Suplemento mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aromatizante ³	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Antibiótico	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00
Acidificantes	0,00	0,50	0,55	0,80	0,75
Composição nutricional (%),					
EM, kcal/kg	3331	3323	3313	3323	3323
Proteína bruta	20,16	20,14	20,12	20,14	20,14
Lactose	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Lisina digestível	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Treonina digestível	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Triptofano digestível	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Metionina digestível	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Cálcio	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo total	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67

¹por kg de ração: Cu, 9 mg; Fe, 81 mg; I, 0,9 mg; Mn, 54 mg; Zn, 135 mg.

²por kg de ração: ácido fólico, 1,08 mg; ácido pantotênico, 9,9 mg; etoxiquim, 0,16 mg; biotina, 198 mcg; niacina 22,50 mg; selênio 0,27 mg; vit. A, 4770 UI; vit. B1, 0,72 mg; vit. B12, 21,60 mcg; vit. B2, 3,6 mg; vit. B6, 1,35 mg; vit. D3, 765 UI; vit. E, 40,50 mg; vit. K3, 1,35 mg.

³Produto comercial: Tecnoaroma ZTA Banana.

⁴por kg de ração: 40 mg de sulfato de colistina (65%).

⁵por kg de ração: ácido fosfórico, 725 mg; ácido fórmico, 425 mg.

⁶Suprindo por kg de ração: butirato de sódio, 96 mg; ácido láctico, 2480 mg; ácido fórmico, 160 mg.

⁷por kg de ração: ácido propiônico 1584 mg; ácido acético, 1568 mg; ácido fórmico, 1568 mg; ácido fosfórico, 168 mg; ácido cítrico, 68 mg; cálcio, 2000 mg.

⁸por kg de ração: ácido fórmico, 1281 mg; ácido propiônico, 1188 mg; ácido acético, 1176 mg; ácido fosfórico, 201 mg; ácido benzóico, 885 mg; ácido cítrico, 111 mg; cálcio, 1500 mg.

ACIDIFICANTES COMO PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE LEITÕES NA CRECHE

Tabela II. Composições percentual e nutricional das dietas basais iniciais, para o período de 14 a 34 dias de experimentação. (Percentage and nutritional compositions of the basal starter diets, from 14 to 34 days of experiment).

	Am ⁴	A1 ⁵	A2 ⁶	A3 ⁷	A4 ⁸
Milho	67,16	67,00	66,95	67,488	68,59
Farelo de soja (46%)	20,18	20,05	20,00	15,03	16,11
Óleo de soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plasma sangüíneo	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Farinha de peixe (58%)	0,08	0,08	0,08	4,00	3,02
Açúcar	0,00	0,00	0,00	1,42	0,00
Soro de leite	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Calcário	0,50	0,50	0,50	0,00	0,10
Fosfato bicálcico	1,66	1,66	1,66	1,06	1,17
Cloreto de colina (60%)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina HCl (78%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Suplemento mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aromatizante ³	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Antibiótico	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00
Acidificantes	0,00	0,30	0,40	0,60	0,60
Composição nutricional (%)					
EM, kcal/kg	3268	3268	3268	3312	3294
Proteína bruta	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Lactose	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Lisina digestível	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Treonina digestível	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Triptofano digestível	0,20	0,20	0,20	0,18	0,19
Metionina digestível	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Cálcio	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo total	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68

¹por kg de ração: Cu, 9 mg; Fe, 81 mg; I, 0,9 mg; Mn, 54 mg; Zn, 135 mg.

²por kg de ração: ácido fólico, 1,08 mg; ácido pantotênico, 9,9 mg; etoxiquim, 0,16 mg; biotina, 198 mcg; niacina 22,50 mg; selênio 0,27 mg; vit. A, 4770 UI; vit. B1, 0,72 mg; vit. B12, 21,60 mcg; vit. B2, 3,6 mg; vit. B6, 1,35 mg; vit. D3, 765 UI; vit. E, 40,50 mg; vit. K3, 1,35 mg.

³Produto comercial: Tecnoaroma ZTA Banana.

⁴por kg de ração: 40 mg de sulfato de colistina (65%).

⁵por kg de ração: ácido fosfórico, 435 mg; ácido fórmico, 255 mg.

⁶por kg de ração: butirato de sódio, 64 mg; ácido láctico, 1860 mg; ácido fórmico, 120 mg.

⁷por kg de ração: ácido propiônico, 1188 mg; ácido acético, 1176 mg; ácido fórmico, 1176 mg; ácido fosfórico, 126 mg; ácido cítrico, 51 mg; cálcio, 1500 mg.

⁸por kg de ração: ácido fórmico, 1050 mg; ácido propiônico, 990 mg; ácido acético, 980 mg; ácido fosfórico, 155 mg; ácido benzóico, 590 mg; ácido cítrico, 82,5 mg; cálcio, 1250 mg.

Tabela III. Médias de peso vivo aos 14 dias (P14, kg), consumo diário de ração (CDR, kg/dia), ganho diário de peso (GDP, kg/dia) e conversão alimentar (CA) de leitões alimentados com dietas contendo antimicrobiano ou combinações de acidificantes, para o período de 1 a 14 dias de experimentação. (Average weight at 14 days (P14, kg), daily feed intake (CDR, kg/dia), average daily gain (GDP, kg/dia) and feed conversion (CA) of weanling pigs fed diets with antimicrobial or acidifier blends from 1 to 14 days of experiment).

	P14 (kg)	CDR (kg/dia)	GDP (kg/dia)	CA
Am	12,01 ^{ab}	0,558	0,377 ^{ab}	1,53 ^a
A1	12,43 ^{ab}	0,566	0,406 ^{ab}	1,43 ^{ab}
A2	12,73 ^a	0,566	0,426 ^a	1,34 ^b
A3	11,87 ^b	0,531	0,365 ^b	1,47 ^{ab}
A4	12,23 ^{ab}	0,540	0,390 ^{ab}	1,42 ^{ab}
Pr > F	0,03	0,52	0,040	0,004
CV (%)	4,62	9,06	10,21	6,05

Am: Antimicrobiano (sulfato de colistina); A1: ácido fosfórico, 725 ppm; ácido fórmico, 425 ppm; A2: butirato de sódio, 96 ppm; ácido láctico, 2480 ppm; ácido fórmico, 160 ppm; A3: ácido propiônico, 1584 ppm; ácido acético, 1568 ppm; ácido fórmico, 1568 ppm; ácido fosfórico, 168 ppm; ácido cítrico, 68 ppm; cálcio, 2000 ppm; A4: ácido fórmico, 1281 ppm; ácido propiônico, 1188 ppm; ácido acético, 1176 ppm; ácido fosfórico, 201 ppm; ácido benzóico, 885 ppm; ácido cítrico, 111 ppm; cálcio, 1500 ppm.

^{ab}Médias com letras diferentes na coluna diferem ($p < 0,05$) significativamente pelo teste de Tukey.

CV: Coeficiente de variação.

lidade dos animais no período do pós-desmame (Kirchgesner e Roth, 1982).

Avaliando a acidificação de dietas para leitões, outros pesquisadores também não observaram efeito no CR dos animais no período pós-desmame (Risley *et al.*, 1991), como neste estudo. Em outras pesquisas, porém, a inclusão de 2,0% de ácido propiônico na dieta promoveu uma diminuição significativa no CR (Giesting e Easter, 1985), enquanto a inclusão dos ácidos propiônico, láctico, fórmico, málico, cítrico e fumárico (Tsiloyiannis *et al.*, 2001) e de uma mistura acidificantes (Kirchgesner e Roth, 1982) promoveram aumento significativo no CR para todos os ácidos testados. Os autores concluíram que o aumento do consumo deve estar relacionado com a melhora na palatabilidade das rações acidificadas.

Para o período de 1 a 34 dias, os resultados médios de peso vivo aos 34 dias (P34), CDR, GDP e CA são apresentados na **tabela IV**. De 1 a 34 dias, embora não tenha sido

detectada qualquer diferença significativa ($p > 0,05$) para as variáveis P34, CDR e GDP, observaram-se diferenças ($p = 0,0006$) na CA, de modo que o A4 apresentou melhor CA, comparado ao AM e ao A1.

Os resultados de CA de 1 a 34 dias estão de acordo com aqueles encontrados na literatura, em que a adição de até 3,0% de ácido fumárico (Giesting *et al.*, 1991), e a adição de 1,5% de ácido cítrico (Risley *et al.*, 1991) à dieta de leitões no período de quatro semanas após o desmame promoveu melhora significativa na CA. Os resultados de desempenho de 14 a 34 dias não foram analisados isoladamente em função do efeito residual dos tratamentos. No entanto, os resultados numéricos desse período mostram que o A1 e o A2 continuaram apresentando os maiores valores de CDR, como de 1 a 14 dias. Os maiores resultados numéricos de GDP e os menores resultados de CA foram do A4, diferente do período de 1 a 14 dias.

ACIDIFICANTES COMO PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE LEITÕES NA CRECHE

Como observado em outras pesquisas (Silva, 2002), a acidificação da dieta de 1 a 34 dias não promoveu diferença significativa para o CR, demonstrando que a utilização de acidificantes em dietas para suínos não afeta de maneira negativa o CR.

Não foi observada qualquer diferença ($p > 0,05$) para a frequência de diarreia com a utilização de acidificantes. A **tabela V** apresenta as médias de frequência de diarreia (MFD, %) e média transformada (MT) para os períodos de 1 a 14 dias e de 1 a 34 dias.

A diarreia é um dos principais problemas relacionados ao comprometimento no desempenho de leitões após o desmame e observando os valores numéricos do presente estudo, nota-se que os animais do Am e do A1 apresentaram menor frequência de diarreia com relação aos demais tratamentos, de 1 a 14 dias.

De 1 a 34 dias, os valores numéricos demonstram que o A2 apresentou maior

frequência de diarreia que os demais tratamentos. A microbiota intestinal, porém, não foi avaliada, não sendo possível confirmar se a diferença numérica entre os tratamentos está relacionada com a redução de patógenos, como *Escherichia coli*.

Outro fator que deve ser considerado para explicar os resultados de frequência de diarreia nos animais é o reduzido desafio sanitário nas instalações do teste. Os dados do presente estudo corroboram aqueles obtidos por Tsiloyiannis *et al.* (2001), que afirmam que os ácidos orgânicos podem ser utilizados como uma alternativa aos antibióticos, controlando de maneira eficaz a diarreia. A acidificação das dietas também promove melhor consistência de fezes e previne a ocorrência de diarreia pós-desmame causada por *Escherichia coli* (Freitas *et al.*, 2006).

A dissociação das moléculas dos ácidos orgânicos no citoplasma dos microrganismos, reduzindo o pH e desnaturando o

Tabela IV. Médias de peso vivo aos 34 dias (P34, kg), consumo diário de ração (CDR, kg/dia), ganho diário de peso (GDP, kg/dia) e conversão alimentar (CA) de leitões alimentados com dietas contendo antimicrobiano ou combinações de acidificantes, para o período de 1 a 34 dias de experimentação. (Average body weight at 34 days (P34, kg), daily feed intake (CDR, kg/dia), average daily gain (GDP, kg/dia) and feed conversion (CA) of weanling pigs fed diets with antimicrobial or acidifier blends from 1 to 34 days of experiment).

	P34 (kg)	CDR (kg/dia)	GDP (kg/dia)	CA
Am	23,88	0,843	0,505	1,68 ^a
A1	25,06	0,878	0,541	1,65 ^a
A2	25,03	0,877	0,539	1,63 ^{ab}
A3	23,74	0,808	0,501	1,63 ^{ab}
A4	24,93	0,853	0,535	1,59 ^b
Pr > F	0,15	0,25	0,15	0,0006
CV (%)	5,66	8,04	7,79	2,22

Am: Antimicrobiano (sulfato de colistina); A1: ácido fosfórico, 435 ppm; ácido fórmico, 255 ppm; A2: butirato de sódio, 64 ppm; ácido láctico, 1860 ppm; ácido fórmico, 120 ppm; A3: ácido propiônico, 1188 ppm; ácido acético, 1176 ppm; ácido fórmico, 1176 ppm; ácido fosfórico, 126 ppm; ácido cítrico, 51 ppm; cálcio, 1500 ppm; A4: ácido fórmico, 1050 ppm; ácido propiônico, 990 ppm; ácido acético, 980 ppm; ácido fosfórico, 155 ppm; ácido benzóico, 590 ppm; ácido cítrico, 82,5 ppm; cálcio, 1250 ppm.

^{ab}Médias com letras diferentes na coluna diferem ($p < 0,05$) significativamente pelo teste de Tukey.

CV: Coeficiente de variação.

Tabela V. Médias de frequência de diarreia (MFD, %) e média transformada (MT) de leitões alimentados com dietas contendo antimicrobiano ou combinações de acidificantes, para os períodos de 1 a 14 dias e 1 a 34 dias de experimentação. (Average of diarrhea frequency and transformed average of piglets fed diets with antimicrobial or acidifier blends for 1 to 14 and 1 to 34 days of experimental period).

	1 a 14 dias		1 a 34 dias	
	MFD (%)	MT	MFD (%)	MT
Am	19,64	0,43	18,01	0,42
A1	19,64	0,40	18,38	0,41
A2	26,78	0,52	29,04	0,54
A3	25,89	0,45	18,38	0,42
A4	25,00	0,48	18,01	0,41
Pr > F	-	0,92	-	0,49
CV (%)	-	60,39	-	38,62

Dieta pré-inicial: Am: Antimicrobiano (sulfato de colistina) 40 ppm; A1: ácido fosfórico, 725 ppm; ácido fórmico, 425 ppm; A2: butirato de sódio, 96 ppm; ácido láctico, 2480 ppm; ácido fórmico, 160 ppm; A3: ácido propiônico, 1584 ppm; ácido acético, 1568 ppm; ácido fórmico, 1568 ppm; ácido fosfórico, 168 ppm; ácido cítrico, 68 ppm; cálcio, 2000 ppm; A4: ácido fórmico, 1281 ppm; ácido propiônico, 1188 ppm; ácido acético, 1176 ppm; ácido fosfórico, 201 ppm; ácido benzóico, 885 ppm; ácido cítrico, 111 ppm; cálcio, 1500 ppm.

Dieta inicial: Am: Antimicrobiano (sulfato de colistina), 40 ppm; A1: ácido fosfórico, 435 ppm; ácido fórmico, 255 ppm; A2: butirato de sódio, 64 ppm; ácido láctico, 1860 ppm; ácido fórmico, 120 ppm; A3: ácido propiônico, 1188 ppm; ácido acético, 1176 ppm; ácido fórmico, 1176 ppm; ácido fosfórico, 126 ppm; ácido cítrico, 51 ppm; cálcio, 1500 ppm; A4: ácido fórmico, 1050 ppm; ácido propiônico, 990 ppm; ácido acético, 980 ppm; ácido fosfórico, 155 ppm; ácido benzóico, 590 ppm; ácido cítrico, 82,5 ppm; cálcio, 1250 ppm. CV: Coeficiente de variação.

DNA de forma irreversível, é apresentado como o provável mecanismo de ação dos acidificantes.

Os valores médios de pH das rações utilizadas de 1 a 14 dias e de 14 a 34 dias, dos

valores do pH do estômago e do pH do ceco são apresentados na **tabela VI**.

Em relação ao Am, na dieta pré- inicial o uso dos diferentes acidificantes determinou reduções médias de 0,26; 0,17; 0,25 e 0,20 unidade de pH da ração para os tratamentos A1, A2, A3 e A4, respectivamente. E reduções médias de 0,17; 0,15; 0,22 e 0,27 unidade de pH da ração para A1, A2, A3 e A4, respectivamente, na dieta inicial.

Não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) para o pH do conteúdo estomacal dos animais com a acidificação da dieta, de 1 a 34 dias. Esses dados estão de acordo com diversas pesquisas que demonstram que a acidificação da dieta não promove redução significativa dos valores de pH estomacal dos animais (Risley *et al.*, 1991; Freitas *et al.*, 2006).

Os dados do presente trabalho contrastam, porém, com autores que verificaram reduções significativas dos valores de pH do conteúdo do estômago de leitões com uso de 3,0% de ácido cítrico (Radcliffe *et al.*, 1998), 1,5% de ácido cítrico (Risley *et al.*, 1992), para avaliação após o abate dos animais, e 1,0% de ácido láctico (Thomlinson e Lawrence, 1981) para avaliação dos animais *in vivo*, através de cânulas. É importante ressaltar, porém, que os níveis de inclusão dos ácidos descritos na literatura (de 1,0 a 3,0%) estão bem acima dos utilizados no presente trabalho (de 0,1 a 0,8%). Apesar de não ter ocorrido diferença significativa ($p > 0,05$) para os valores de pH estomacal, o Am, com maior valor de pH da ração, resultou em menor valor de pH estomacal. Esses resultados discordam da hipótese de que a acidificação das dietas promove reduções no pH do trato digestivo.

Uma das possíveis explicações, além do baixo nível de inclusão dos ácidos, está relacionada com o momento de coleta da digesta para análise de pH (Partanen e Mroz, 1999), uma vez que os animais receberam ração à vontade, porém não é possível assegurar o estágio de digestão em que os animais estavam no momento do abate.

ACIDIFICANTES COMO PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE LEITÕES NA CRECHE

Tabela VI. Valores médios de pH das dietas pré-inicial e inicial e valores do pH do estômago e do pH do ceco de leitões alimentados com dietas contendo antimicrobiano ou combinações de acidificantes, aos 34 dias de experimentação. (Average pH values of pre-starter and starter diets and values of stomach and caecum pH of piglets fed diets with antimicrobial ou acidifiers blends on 34th day of experiment).

	Am	A1	A2	A3	A4	Pr > F	CV (%)
pH dieta pré-inicial (1 a 14 dias)	6,06	5,80	5,89	5,81	5,86	-	-
pH dieta inicial (14 a 34 dias)	6,23	6,06	6,08	6,01	5,96	-	-
pH estômago	2,93	3,72	3,02	3,51	4,01	0,54	29,76
pH ceco ³	5,67 ^a	5,38 ^{ab}	5,42 ^{ab}	5,52 ^{ab}	5,26 ^b	0,015	2,54

Dieta pré-inicial: Am: Antimicrobiano - sulfato de colistina, 40 ppm; A1: ácido fosfórico, 725 ppm; ácido fórmico, 425 ppm; A2: butirato de sódio, 96 ppm; ácido láctico, 2.480 ppm; ácido fórmico, 160 ppm; A3: ácido propiônico, 1584 ppm; ácido acético, 1568 ppm; ácido fórmico, 1568 ppm; ácido fosfórico, 168 ppm; ácido cítrico, 68 ppm; cálcio, 2000 ppm; A4: ácido fórmico, 1281 ppm; ácido propiônico, 1188 ppm; ácido acético, 1176 ppm; ácido fosfórico, 201 ppm; ácido benzóico, 885 ppm; ácido cítrico, 111 ppm; cálcio, 1500 ppm.

Dieta inicial: Am: Antimicrobiano - sulfato de colistina, 40 ppm; A1: ácido fosfórico, 435 ppm; ácido fórmico, 255 ppm; A2: butirato de sódio, 64 ppm; ácido láctico, 1860 ppm; ácido fórmico, 120 ppm; A3: ácido propiônico, 1188 ppm; ácido acético, 1176 ppm; ácido fórmico, 1176 ppm; ácido fosfórico, 126 ppm; ácido cítrico, 51 ppm; cálcio, 1.500 ppm; A4: ácido fórmico, 1050 ppm; ácido propiônico, 990 ppm; ácido acético, 980 ppm; ácido fosfórico, 155 ppm; ácido benzóico, 590 ppm; ácido cítrico, 82,5 ppm; cálcio, 1250 ppm.

^{ab}Médias com letras diferentes na coluna diferem ($p < 0,05$) significativamente pelo teste de Tukey.

CV: Coeficiente de variação.

Outra hipótese é de que, no momento do abate, possa ter ocorrido contaminação do conteúdo do estômago com a saliva ou conteúdo duodenal, que tendem a aumentar o pH gástrico ao introduzir substância alcalina no estômago. Maner *et al.* (1962), realizando pesquisas com leitões, verificaram valores de pH estomacal de 1,6 para animais *in vivo* (através de cânula), e de 3,6 após o abate dos mesmos animais.

Houve diferença ($p = 0,015$) para os valores de pH do ceco. O A4, determinou maior valor do pH cecal, quando comparado ao Am. Dados da literatura mostram que a inclusão de 1,10% de uma mistura de ácidos com ácido fórmico, acético, láctico, fosfórico e cítrico promove redução significativa dos valores de pH do cólon, comparado ao tratamento com lincomicina (Nankung *et al.*, 2004). Por outro lado, diversos autores não encontraram diferenças significativas

para o pH do conteúdo do ceco com a acidificação da dieta (Risley *et al.*, 1992; Silva, 2002). A inclusão de 1,5% de ácido cítrico (Risley *et al.*, 1992), de 2,5% de ácido láctico ou propionato de cálcio, isolados ou na forma de combinações (Silva, 2002), e de 0,3% de butirato de sódio (Manzanilla *et al.*, 2006), não promoveram redução nos valores de pH cecal dos animais.

Na **tabela VII** encontram-se os valores de altura de vilosidade (AV, μm), de profundidade de cripta (PC, μm) e a relação altura de vilosidade e profundidade de cripta (AV:PC) do duodeno e do jejuno ao 34^o dia de experimentação.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) de AV, PC e AV:PC do duodeno. Para morfologia do jejuno, foi observado efeito significativo sobre PC ($p = 0,03$) e AV:PC ($p = 0,04$). O A2 proporcionou menores valores de PC com relação ao Am

Tabela VII. Médias de altura de vilosidade (AV), profundidade de cripta (PC) e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta (AV:PC) do duodeno e jejuno de leitões, de acordo com os tratamentos. (Average villus height (AV), crypt depth (PC) and villus height: crypt depth ratio (AV:PC) of duodenum and jejunum of piglets according to treatments).

	AV (mm)	Duodeno PC (mm)	AV:PC	AV (mm)	Jejuno PC (mm)	AV:PC
Am	152,7	35,8	4,57	131,6	35,6 ^a	3,69 ^{ab}
A1	108,3	39,8	3,07	115,5	34,0 ^{ab}	3,34 ^a
A2	167,8	36,6	4,97	179,3	24,5 ^b	7,60 ^b
A3	191,1	39,3	5,04	124,5	36,7 ^a	3,39 ^a
A4	147,40	47,7	3,49	181,9	32,6 ^{ab}	5,81 ^{ab}
Pr > F	0,24	0,87	0,21	0,24	0,03	0,04
CV (%)	32,02	37,99	31,32	33,59	14,93	42,45

Dieta inicial: Am: Antimicrobiano - sulfato de colistina, 40 ppm; A1: ácido fosfórico, 435 ppm; ácido fórmico, 255 ppm; A2: butirato de sódio, 64 ppm; ácido láctico, 1860 ppm; ácido fórmico, 120 ppm; A3: ácido propiônico, 1188 ppm; ácido acético, 1176 ppm; ácido fórmico, 1176 ppm; ácido fosfórico, 126 ppm; ácido cítrico, 51 ppm; cálcio, 1500 ppm; A4: ácido fórmico, 1050 ppm; ácido propiônico, 990 ppm; ácido acético, 980 ppm; ácido fosfórico, 155 ppm; ácido benzóico, 590 ppm; ácido cítrico, 82,5 ppm; cálcio, 1250 ppm.

^{ab}Médias com letras diferentes na coluna diferem ($p < 0,05$) significativamente pelo teste de Tukey. CV: Coeficiente de variação.

e ao A3, e maiores valores de AV:PC do jejuno que o A1 e o A3.

Os melhores resultados de histologia intestinal apresentados pelo A2 concordam com os dados das pesquisas realizadas por Gálfi e Bokori (1990), em que a adição de butirato de sódio à dieta promoveu um aumento substancial no número de células constituintes dos vilos e, conseqüentemente, na AV. Silva (2002) também já havia mostrado que a adição de acidificantes à base de ácido láctico em dietas para leitões promove maiores valores de AV e relação AV:PC, e menores valores de PC.

Por outro lado, a utilização de antibiótico, de mistura de acidificantes com probióticos (Corassa *et al.*, 2004), de mistura de acidificantes à base de ácido láctico (Namkung *et al.*, 2004) e de butirato de sódio (Manzanilla *et al.*, 2006) em dietas de leitões resultaram em AV do jejuno (Namkung *et al.*, 2004; Manzanilla *et al.*, 2006) e do duodeno (Corassa *et al.*, 2004) semelhantes,

sendo que a dieta com acidificantes determinou, numericamente, maiores valores para essa variável. A ação dos acidificantes sobre o desenvolvimento microbológico intestinal é, aparentemente, similar a dos antimicrobianos melhoradores de desempenho. Sendo assim, é possível que a inibição da colonização por microrganismos tenha beneficiado a mucosa intestinal, favorecendo a estrutura das vilosidades. (Chaveerach *et al.*, 2004).

Os resultados obtidos permitem concluir que os acidificantes são uma alternativa promissora aos antimicrobianos promotores do crescimento de leitões na fase de creche.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos para o curso de mestrado, possibilitando a realização desse estudo.

ACIDIFICANTES COMO PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE LEITÕES NA CRECHE

BIBLIOGRAFIA

- Alvarenga, R.R., Zangeronimo, M.G., Silveira, H.S., Rodrigues, V.V., Oliveira Jr., G.M. e Fialho, E.T. 2006. Padronização de uma metodologia eficaz de determinação do pH do conteúdo estomacal de leitões na fase inicial. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43. Anais... SBZ. João Pessoa, PA.
- Barbin, D. 2003. Planejamento e análise estatística de experimentos agropecuários. Midas. Arapongas. pp. 194.
- Chaveerach, P., Keuzenkamp, D.A., Lipman, L.J.A. and Knapent, F. 2004. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. *Poultry Sci.*, 83: 330-334.
- Corassa, A., Pena, S.M., Lopes, C.D., Bellaver, D. e Fernandes, P.C.C. 2004. Efeitos de MOS, ácidos orgânicos e probióticos em leitões de 21 a 49 dias de idade. Congresso Latino Americano de Suinocultura, 2. Anais... Animalworld. Foz do Iguaçu, PR.
- Freitas, L.S., Lopes, D.C., Freitas, A.F., Carneiro, J.C., Corassa, A., Pena, S.M. e Costa, L.F. 2006. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. *Rev. Bras. Zootecn.*, 35: 1711-1719.
- Galfi, P. and Bokori, J. 1990. Feeding trial in pigs with a diet containing sodium n-butyrate. *Acta Vet. Hung.*, 38: 3-17.
- Giesting, D.W. and Easter, R.A. 1985. Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organic acids. *J. Anim. Sci.*, 60: 1288-1294.
- Giesting, D.W., Roos, M.A. and Easter, R.A. 1991. Evaluation of the effect of fumaric acid and sodium bicarbonate addition on performance of starter pigs fed diets of different types. *J. Anim. Sci.*, 69: 2489-2496.
- Kirchgessner, M. and Roth, F.X. 1982. Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition. *Pig News Information*, 3: 259-263.
- Krause, D.O., Harrison, P.C. and Easter, R.A. 1994. Characterization of the nutritional interactions between organic-acids and inorganic bases in the pig and chick. *J. Anim. Sci.*, 72: 1257-1262.
- Maner, J.H., Pond, W.G. and Loosli, J.K. 1962. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and rate of passage of food residues in baby pig. *J. Anim. Sci.*, 21: 49-52.
- Manzanilla, E.G., Nofrarias, M., Anguita, M., Catillo, M., Perez, J.F., Martín-Orúe, S.M., Kamel, C. and Gasa, J. 2006. Effects of butyrate, avilamycin, and plant extract combination on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 84: 2743-2751.
- Namkung, H., Li, M., Gong, J., Yu, H., Cottrill, M. and Lange, C.F.M. 2004. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 84: 697-704.
- Partanen, K.H. 2002. Using organic acids in pig feeding as an alternative to antibiotic feed additives. Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações. Anais... CBNA. Campinas, SP. pp. 45-62.
- Partanen, K.H. and Mroz. 1999. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutr. Res. Rev.*, 12: 117-145.
- Radcliffe, J.S., Zhang, Z. and Kornegay, E.T. 1998. The effects of microbial phytase, citric acid, and their interaction in a corn-soybean meal-based diet for weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 76: 1880-1886.
- Risley, C.R., Kornegay, E.T., Lindermann, M.D. and Weakland, S.M. 1991. Effects of organic acids with and without a microbial culture on performance and gastrointestinal tract measurements of weanling pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 35: 259-270.
- Risley, C.R., Kornegay, E.T., Lindermann, M.D., Wood, D.M. and Eigel, W.N. 1992. Effects of feeding organic acids on selected intestinal content measurement at varying times postweaning in pigs. *J. Anim. Sci.*, 70: 196-206.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S. e Barreto, S.L.T. 2005. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2ª ed. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 186 pp.
- Rostagno, H.S. e Pupa, J.M. 1998. Fisiologia da digestão e alimentação de leitões. Simpósio

BRAZ, COSTA, BERENCHTEIN, TSE, ALMEIDA E MIYADA

- sobre Nutrição e Manejo de Leitões. Anais...
CBNA. Campinas, SP. pp. 60-87.
- Silva, M.C. 2002. Efeito da adição de acidificantes e suas combinações na alimentação de leitões desmamados sobre o desempenho. 39 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais ... Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife, PE.
- SAS. 2001. Statistical Analysis System Institute. SAS user's guide: statistics. 155 pp.
- Thomlinson, J.R. and Lawrence, T.L.J. 1981. Dietary manipulation of gastric pH in the profilaxis of enteric disease in weaned pigs. Some field observations. *Vet. Rec.*, 109: 120-122.
- Tsiloyiannis, V.K., Kyriakis, S.C., Vlemmas, J. and Sarris, K. 2001. The effect of organic acids on the control of post-weaning oedema disease of piglets. *Res. Vet. Sci.*, 70: 281-285.