



Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal

Eduardo Spillari Viola¹, Sergio Luiz Vieira¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – Departamento de Zootecnia – Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

RESUMO - Avaliou-se o efeito da suplementação de acidificantes na dieta sobre o desempenho zootécnico e a morfologia intestinal de frangos de corte. Foram utilizadas 2.112 aves distribuídas em oito tratamentos, em seis repetições, constituídos da adição de antibióticos ou de misturas de acidificantes, de acordo com a fase de desenvolvimento (1 a 7, de 8 a 21 e de 22 a 35 dias de idade), em diferentes composições: controle positivo = bacitracina metil dissilicato (BMD - 55 ppm) + colistina (10 ppm); controle negativo = sem antibióticos promotores de crescimento ou acidificantes; mistura A = 8, 4,5 e 2,5 kg/t; mistura B = 10, 6 e 3 kg/t; mistura C = 4, 2 e 1 kg/t; mistura C = 3, 3 e 1 kg/t; mistura D = 5; 2,5 e 1 kg/t; e mistura D = 3, 3 e 1 kg/t. Com exceção da mistura B, houve um benefício geral do uso de acidificantes sobre a conversão alimentar, que foi similar à obtida com inclusão de antibióticos. O intestino delgado das aves do controle negativo foi mais pesado e teve altura de vilosidades menor. A profundidade de cripta de Lieberkuhn não foi alterada pelo uso de antibióticos e pela maior parte dos acidificantes. Com exceção da mistura B, a utilização de acidificantes foi eficiente na manutenção do desempenho e das condições morfológicas do intestino delgado de frangos de corte, resposta similar aos benefícios obtidos com o uso de antibióticos. Não houve diferenças entre as misturas que possam ser atribuídas a diferentes composições, com exceção da maior profundidade de cripta duodenal das aves que receberam a mistura D (3/3/1 kg/t).

Palavras-chave: ácido orgânico, acidificante, frango de corte, morfologia do intestino delgado

Supplementation of organic and inorganic acidifiers in diets for broiler chickens: performance and intestinal morphology

ABSTRACT - The effect of supplementation of acidifiers in diets for broiler chicks on performance and intestinal morphology was evaluated. A total of 2,112 birds was allocated to eight diets, with six replicates, constituted by the addition of antibiotics or acidifiers blends according to the phase development (from 1 to 7, from 8 to 21 and from 22 to 35 days old), in different composition: control - positive = bacitracin methylene disilicylate (BMD - 55 ppm) + colistin (10 ppm); control-negative = without antibiotic growth promoters or acidifiers; blend A = 8, 4.5 and 2.5 kg/t; blend B = 10, 6 and 3 kg/t; blend C = 4, 2 and 1 kg/t; blend C = 3, 3 and 1 kg/t; blend D = 5, 2.5 and 1 kg/t and blend D = 3, 3 and 1 kg/t. There was a general benefit with the use of acidifiers on feed conversion, which was similar to the use of antibiotics, except for blend B. Small intestine of birds of control-negative was heavier and had shorter villi height. The deeper Lieberkuhn crypt depth was not altered by the antibiotics and by great part of the acidifiers. The use of acidifiers was efficient in maintenance of performance and morphological conditions of small intestines of broiler chicks, similar to the benefit of the use of antibiotics, except for Blend B. There was no difference among the blends that could be attributed to the different composition, except for the duodenal crypt depth for birds fed Blend D (3/3/1 kg/t).

Key Words: acidifier, broiler chicks, organic acid, small intestine morphology

Introdução

Os programas de alimentação de frangos de corte têm tradicionalmente utilizado antibióticos como melhoradores do desempenho. No entanto, há um questionamento crescente dos consumidores em relação a essa prática. A União Européia proibiu o uso de antibióticos em inclusões baixas e constantes em alimentos para animais destinados ao

consumo humano a partir de janeiro de 2006 (EC, 2003). O uso de ácidos orgânicos e inorgânicos pode ser uma alternativa como aditivo alimentar com o objetivo de melhorar o desempenho zootécnico

Os ácidos orgânicos de cadeia curta possuem atividade antimicrobiana e alguns, como o fórmico, o acético, o propiônico, o butírico, o láctico, o cítrico e o fumárico, são usados na nutrição animal há alguns anos (Cherrington et al.,

1991; Dibner & Buttin, 2002). Os mecanismos de ação antibacteriana dos ácidos orgânicos variam de acordo com o organismo e o ambiente (Eidelsburger, 2001; Ricke, 2003). Em suínos, o uso de misturas de ácidos orgânicos e inorgânicos é comum em dietas para as fases pré e pós-desmame com o objetivo de auxiliar a digestão protéica e controlar a proliferação bacteriana intestinal (Cole et al., 1968; Risley et al., 1991; Aumaitre et al., 1995; Gabert et al., 1999). Em aves, espera-se que o uso de acidificantes tenha como principal objetivo a ação antimicrobiana, pois, à eclosão, a capacidade de digestão protéica dessas aves tem menores limitações que em suínos em idades fisiologicamente similares (Noy & Sklan, 1995). Ácidos orgânicos também possuem valor energético, enquanto ácidos inorgânicos podem aportar nutrientes como o fósforo, características que também favorecem seu uso na nutrição animal.

A atividade antimicrobiana dos ácidos orgânicos está relacionada à redução do pH e à capacidade de dissociação de suas carboxilas (Cherrington et al., 1991). Na forma não dissociada, esses ácidos podem penetrar passivamente na célula microbiana, onde liberam prótons e ânions, o que resulta em redução do pH intracelular, inibindo a ação de enzimas e levando o microrganismo à morte. A ação antimicrobiana, entretanto, pode depender também do acúmulo de ânions no conteúdo intracelular (Russel, 1992).

Medidas do pH dos segmentos intestinais das aves apresentam médias de 6,4 no duodeno, 6,6 no jejuno e 7,2 no íleo (Sturkie, 1986). Desse modo, ácidos orgânicos com mais de um pK_a ou misturas de ácidos orgânicos com diferentes pK_a apresentam dissociação em diferentes pH e podem manter a ação antimicrobiana em maior extensão intestinal.

A suplementação de ácidos orgânicos em dietas para frangos de corte apresenta respostas conflitantes na literatura, provavelmente em decorrência das diferenças no modo de ação dos diferentes ácidos, da condição ambiental, da dose utilizada e da resposta avaliada. Respostas positivas, no entanto, têm sido observadas. Suplementações com ácido cítrico, fumárico, entre outros, melhoram o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte (Patten & Waldroup, 1988; Izat et al., 1990b; Snow et al., 2004; Rafacz-Livingston et al., 2005a; Rafacz-Livingston et al., 2005b). Os ácidos acético, propiônico e butírico têm ação trófica sobre a estrutura e o desenvolvimento intestinais, aumentando o tamanho dos vilos e, portanto, a superfície de absorção (Sakata, 1987; Leeson et al., 2005).

Objetivou-se neste trabalho testar o efeito da inclusão de diferentes misturas de ácidos orgânicos e ortofosfórico nas dietas sobre o desempenho e as características morfológicas do trato digestivo de frangos de corte.

Material e Métodos

Foi conduzido um experimento nas instalações do Aviário Experimental da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada em Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul.

Foram alojados 2.112 frangos de corte machos de 1 dia de idade, do cruzamento Ross × Ross 308, oriundos de matrizes de 39 semanas de idade, com peso médio inicial de 41 g ($\pm 0,41$). As aves foram vacinadas contra marek, gumboro e coccidiose no incubatório, sendo dispostas em 48 boxes com dimensões de 1,75 × 1,50 m, totalizando 44 aves por box. Aos 21 dias de idade, removeram-se as aves com problemas de aprumos, as fêmeas e os refugos de cada box. O lote foi conduzido com práticas de manejo usuais na produção comercial.

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

Foram utilizadas dietas experimentais exclusivamente vegetais, à base de milho e farelo de soja. Nenhuma das dietas continha anticoccidiano e, com exceção da controle positivo, as demais não tiveram inclusão de antibióticos promotores de crescimento. Os antibióticos utilizados no controle positivo foram a bacitracina metil dissalicilato (BMD) e a colistina, produtos registrados no Ministério da Agricultura para esse fim. Todas as dietas foram formuladas segundo as recomendações de Rostagno (2000), de modo que os nutrientes e a energia fossem iguais entre si.

Os tratamentos consistiram da adição de antibióticos ou misturas de acidificantes, em diferentes doses (Tabela 1), nas fases de 1 a 7, 8 a 21 e 22 a 35 dias de idade: controle positivo = BMD (55 ppm) + colistina (10 ppm); controle negativo = sem antibióticos promotores de crescimento acidificantes; mistura A = 8; 4,5 e 2,5 kg/t; mistura B = 10, 6 e 3 kg/t; mistura C = 4,2 e 1; mistura C = 3, 3 e 1 kg/t; mistura D = 5; 2,5 e 1 kg/t; e mistura D = 3, 3 e 1 kg/t.

O valor energético e a composição mineral dos acidificantes foram utilizados no cálculo das dietas experimentais (Tabelas 2 e 3). Os valores de EM foram obtidos a partir de estimativa de Eidelsburger (2001), enquanto os de

Tabela 1 - Quantidades dos acidificantes utilizados na composição das dietas experimentais, kg/t¹

Table 1 - Amounts of acidifiers used in the compositions of the experimental diets, kg/t

Dieta Diet	Controle positivo Positive control	Controle negativo Negative control	Mistura Blend					
			A	B	C	C	D	D
1 a 7 dias (days)	-	-	8	10	4	3	5	3
8 a 21 dias (days)	-	-	4,5	6	2	3	2,5	3
22 a 35 dias (days)	-	-	2,5	3	1	1	1	1

Tabela 2 - Composições percentual, nutricional e de energia metabolizável das misturas de acidificantes utilizadas nas dietas experimentais, % ou conforme indicado¹

Table 2 - Percentage, nutritional and metabolizable energy compositions of acidifiers blenders used in the experimental diets, % or as indicated

Item	Mistura Blend			
	A	B	C	D
Ácido láctico Lactic acid	52,00	60,00	-	22,00
Ácido fórmico Formic acid	1,00	10,00	7,00	4,00
Ácido acético Acetic acid	2,00	6,00	-	2,00
Ácido cítrico Citric acid	-	-	8,00	4,00
Ácido ortofosfórico Orthophosphoric acid	-	6,00	5,00	2,50
Ácido benzóico Benzoic acid	-	-	59,00	29,00
Veículo Inert	45,00	18,00	21,00	36,50
P disponível Available P	-	2,30	1,90	1,00
Ca	-	-	6,00	3,00
Na	-	-	11,00	5,00
EM, kcal/kg ME	2.000	3.000	190	1.000

¹ Eidelsburger, 2001.

P, Ca e Na foram obtidos a partir da composição molecular dos acidificantes.

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

O consumo de água foi estimado para cada fase do período experimental utilizando-se um sistema constituído de um reservatório plástico com capacidade de 20 L. Esse reservatório foi colocado entre a saída do cano de distribuição de água e a entrada de cada bebedouro. Tanto a entrada do sistema como sua respectiva saída pode ser aberta ou fechada por meio de torneiras colocadas nos respectivos locais.

Tabela 3 - Composições percentual, química e energética da dieta controle negativo

Table 3 - Percentage, chemical and energy compositions of negative control diet

Ingrediente, % Ingredient	Idade das aves (dias) Bird age (days old)		
	1-7	8-21	22-35
Milho Corn	54,98	57,98	62,68
Farelo de soja 45.5% Soybean meal	38,68	34,51	28,79
Fosfato bicálcico Dicalcium phosphate	1,70	1,69	1,53
Calcário Limestone	1,13	1,07	1,00
L-lisina L-lysine	0,13	0,16	0,13
DL-metionina DL-methionine	0,21	0,20	0,14
L-treonina L-threonine	0,04	0,02	0,38
Sal Salt	0,38	0,38	0,02
Bicarbonato de sódio Sodium bicarbonate	0,25	0,11	0,06
Cloreto de colina Choline chloride	0,03	0,03	0,21
Caulim Kaolin	0,16	0,03	4,80
Óleo de soja Soybean oil	2,04	3,56	0,10
Premix vitamínico ¹ Vitamin premix	0,10	0,10	0,10
Premix mineral ² Mineral premix	0,10	0,10	0,01
EM, kcal/kg ME	2.900	3.050	3.180
PB CP	22	20	18
Ca	0,99	0,95	0,87
P disponível Available P	0,45	0,44	0,40
P	0,90	0,83	0,74
Na	0,24	0,20	0,18
Lisina digestível Digestible lysine	1,18	1,10	0,94
Metionina+cisteína digestível Digestible methionine+cystine	0,84	0,78	0,67
Treonina digestível Digestible threonine	0,77	0,69	0,59
Valina digestível Digestible valine	0,92	0,92	0,92

¹ e ² Suficiente para atender às recomendações de Rostagno (2000).¹e² To meet nutritional recommendations of Rostagno (2000).

Os bebedouros foram limpos diariamente, mediante a retirada de resíduos de cama e outras sujidades. A água descartada durante esse processo foi recolhida e os resíduos de cama e alimentos separados com o uso de peneira (0,05 mesh). O volume de água foi medido em proveta com capacidade para 1 L. Ao final de cada fase, o consumo de água foi estimado a partir do volume fornecido subtraído dos volumes descartados durante a limpeza e daquele restante no reservatório. O consumo médio diário de cada ave foi estimado pela divisão do total pelo número médio ponderado de aves vivas em cada fase.

Aos 14 dias de idade, uma ave com peso representativo de cada boxe (média \pm 0,5 desvio-padrão) foi sacrificada por deslocamento cervical e pesada em seguida. Na sequência, foi removido o intestino delgado e isolados duodeno, jejuno e íleo com uso de fio cirúrgico. Esses segmentos, assim separados, foram então seccionados e esvaziados por meio de cuidadosa pressão com os dedos polegar e indicador. As secções foram secas com papel absorvente, medidas com régua e pesadas em seguida. Uma amostra de 2 cm da alça duodenal de cada um dos intestinos coletados foi lavada com água deionizada e acondicionada em solução tamponada constituída de 100 mL de formaldeído 40%, 4 g de fosfato de sódio monobásico, 6,5 g de fosfato de sódio dibásico e 900 mL de água destilada.

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

A análise do comprimento dos vilos foi feita com objetiva de 4 vezes de aumento e a medição da profundidade de cripta com objetiva com aumento de 10 vezes. Os valores resultantes foram expressos em μ m.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com oito tratamentos, cada um com seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa computacional SAS (SAS, 2001). As variáveis que apresentaram diferença estatística ao F teste foram submetidas ao teste de médias de Tukey ($P < 0,05$). Os dados de peso relativo, comprimento e relação peso:comprimento das secções do intestino delgado foram corrigidos para arco seno ($\arcseno\sqrt{Y}$) antes de se proceder à análise de variância.

Resultados e Discussão

O ganho de peso corporal e o consumo de água não foram afetados pelos tratamentos durante os períodos

avaliados (Tabelas 4 e 5). A mortalidade também não apresentou diferença entre os tratamentos e pode ser considerada normal (média geral de 1 a 35 dias de 0,61%).

Foram observadas diferenças significativas para a conversão alimentar em todas as fases e no período total. O consumo de alimentos, no entanto, apresentou diferenças apenas na última fase, entretanto, essas diferenças foram suficientes para afetar o consumo no período total. Ao final do experimento, foi observada melhor conversão alimentar para as aves consumindo acidificantes em relação às do grupo controle negativo, com exceção da mistura B. Essa melhora foi similar à obtida com o uso de antibióticos. As respostas de consumo de alimento ocorreram paralelamente às de conversão alimentar, de modo que o consumo das aves que receberam acidificantes foi menor que o obtido no grupo controle negativo e similar ao encontrado com o uso de antibióticos, com exceção novamente da mistura B.

Benefícios sobre a conversão alimentar na ausência de alterações no ganho de peso, como obtido neste estudo, denotam melhora na utilização de nutrientes a partir de uma mesma quantidade de alimento consumida. É possível supor que tenha havido redução em desafios microbiológicos pela ação antimicrobiana dos acidificantes, porém, também não podem ser descartados outros benefícios em nível de nutrição celular intestinal ou ativação enzimática em nível intestinal. Benefícios desta ordem dependem dos diferentes tipos de ácidos presentes nas misturas e de suas doses. Assim, é difícil traçar comparativos entre resultados de trabalhos com misturas de ácidos sem considerar essas diferenças. Entretanto, um número crescente de trabalhos com uso de acidificantes vem surgindo na literatura, o que permite comparações sobre o conceito do uso desses produtos. Patten & Waldroup (1988) observaram efeito positivo do ácido fumárico e efeito negativo do formiato de cálcio sobre o ganho de peso, sugerindo que essas respostas dependem de alterações de pH intestinal, ativação de proteases, bem como alteração da microbiota intestinal. Daskiram et al. (2004) e Leeson et al. (2005) observaram efeito dos ácidos fosfórico, cítrico e butírico similares ao de antibióticos promotores de crescimento sobre o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte. Esses autores sugeriram que os acidificantes auxiliam na manutenção da integridade intestinal por reduzirem os desafios microbiológicos sobre a mucosa, melhorando a capacidade de utilização do alimento pelos animais e reduzindo os gastos de manutenção dos tecidos intestinais. Como benefício geral desta melhora, observa um impacto positivo na conversão alimentar (Leeson et al., 2005; Sun et al., 2005).

Tem-se proposto que a inclusão de acidificantes em dietas na fase inicial pode ser determinante de respostas nas fases posteriores (Daskiran et al., 2004). Neste estudo, entretanto, esta observação não foi possível. Na comparação dos resultados obtidos com as aves que receberam as misturas C e D, as únicas com duas dosagens, observou-se que, na primeira semana, a mistura D promoveu melhor conversão alimentar na dose mais alta. No entanto, nas fases seguintes e no período total, os resultados foram similares.

O desenho experimental utilizado neste estudo não permitiu individualizar os efeitos dos componentes das misturas sobre os animais, mas possibilitou comparar a eficácia dos produtos prontos para uso. Efeitos de acidificantes sobre o ambiente intestinal são esperados, uma vez que estas substâncias têm como resposta primária a redução do pH. Entretanto, pH reduzido, por si só, pode não gerar alteração de desempenho, visto que a ação antimicrobiana é mais pronunciada na presença dos ácidos fórmico, acético e láctico (Partanen & Mroz, 1999).

Outras ações benéficas são sugeridas para os acidificantes, especialmente após absorção intestinal, pois os ácidos componentes das diversas misturas possuem

rotas metabólicas distintas. Enquanto o ácido láctico pode promover a disponibilização rápida de glicose, os ácidos cítrico e acético são direcionados a uma rota mais longa para produzir energia pelo ciclo dos ácidos carboxílicos (Lehninger et al., 1993). O ácido fórmico, por sua vez, participa da transferência de unidades de um carbono (Andrys et al., 2003). Espera-se que a maior parte do ácido benzóico ingerida seja excretada como ocorre em suínos. Entretanto, resultados do seu metabolismo em aves não estão esclarecidos (Canibe et al., 2000).

Os resultados de morfometria intestinal encontrados neste estudo suportam os obtidos para o desempenho zootécnico. As aves do grupo controle negativo apresentaram maior peso relativo do jejuno e íleo e, ao mesmo tempo, menores alturas de vilosidades (Tabela 6). Esses resultados são indicativos de menor capacidade de utilização de nutrientes em comparação a aves consumindo antibióticos ou acidificantes. Os benefícios da utilização dos acidificantes foram similares aos obtidos com o uso de antibióticos. No entanto, as diferenças entre profundidades de cripta foram menos relevantes nas aves alimentadas com a mistura D nas doses 5/2,5/1, de média maior.

Tabela 4 - Ganho de peso médio diário, conversão alimentar e consumo de alimento em frangos de corte alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes

Table 4 - Average daily weight gain, feed conversion and feed intake of broilers fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blenders

Item	Ganho de peso médio diário, g/ave Average daily weight gain, g/broiler				Conversão alimentar Feed conversion				Consumo de alimento, g/ave Feed intake, g/bird			
	Dias (days)				Dias (days)				Dias (days)			
	1-7	8-21	22-35	1-35	1-7	8-21	22-35	1-35	1-7	8-21	22-35	1-35
Controle positivo <i>Control positive</i>	153	800	1.334	2.286	1,004 ^{ab}	1,356 ^{ab}	1,768 ^{ab}	1,573 ^a	153	1.085	2.358 ^c	3.571 ^b
Controle negativo <i>Control negative</i>	150	793	1.336	2.282	1,010 ^{abc}	1,388 ^b	1,847 ^b	1,629 ^b	151	1.102	2.467 ^b	3.720 ^a
Mistura A <i>Blend A</i>	152	809	1.339	2.299	1,019 ^{abc}	1,350 ^{ab}	1,812 ^{ab}	1,594 ^{ab}	153	1.092	2.419 ^{bc}	3.664 ^{ab}
Mistura B <i>Blend B</i>	153	814	1.349	2,315	1,005 ^{ab}	1,348 ^a	1,871 ^b	1,630 ^b	153	1.098	2.52 ^a	3.775 ^a
Mistura C (4/2/1) ¹ <i>Blend C</i>	150	788	1.346	2.285	1,029 ^{bc}	1,361 ^{ab}	1,797 ^{ab}	1,596 ^{ab}	155	1.073	2.445 ^c	3.646 ^{ab}
Mistura C (3/3/1) <i>Blend C</i>	151	791	1.328	2.274	1,009 ^{abc}	1,367 ^{ab}	1,773 ^{ab}	1,571 ^a	153	1.081	2.355 ^{ab}	3.596 ^b
Mistura D (5/2,5/1) <i>Blend D</i>	154	804	1.360	2.317	1,001 ^a	1,349 ^{ab}	1,752 ^a	1,582 ^a	155	1.129	2.382 ^{ab}	3.626 ^{ab}
Mistura D (3/3/1) <i>Blend D</i>	151	784	1.397	2.333	1,031 ^c	1,355 ^{ab}	1,760 ^{ab}	1,576 ^a	156	1.062	2.459 ^{ab}	3.598 ^b
Média <i>Mean</i>	152	798	1.358	2.308	1,013	1,359	1,784	1,594	154	1.089	2.412	3.652
CV, %	2,24	3,59	3,29	3,58	1,41	1,39	3,64	2,23	3,11	4,40	2,05	2,09
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,3262	0,5804	0,3526	0,6452	0,0022	0,0548	0,0349	0,0238	0,7496	0,4473	<0,0001	0,0030

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

¹Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/t da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

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

¹Values within parenthesis represent doses of acidifiers blenders in the pre-starter/started/grower diets, kg/t.

Tabela 5 - Consumo de água de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes, mL/ave

Table 5 - Water consumption of broiler fed diets with antibiotic growth promoters or acidifier blends, mL/bird

	Dias (days)		
	1-7	8-21	22-35
Controle positivo <i>Control positive</i>	462	1.932	4.928
Controle negativo <i>Control negative</i>	476	2.114	4.956
Mistura A <i>Blend A</i>	476	2.072	5.082
Mistura B <i>Blend B</i>	476	2.128	5.054
Mistura C (4/2/1) ¹ <i>Blend C</i>	476	2.072	4.914
Mistura C (3/3/1) <i>Blend C</i>	476	1.988	4.858
Mistura D (5/2,5/1) <i>Blend D</i>	462	2.016	6.398
Mistura D (3/3/1) <i>Blend D</i>	476	2.044	4.914
Média <i>Mean</i>	469	2.044	4.970
CV, %	3,75	8,90	7,08
Probabilidade < <i>Probability</i>	0,3130	0,6543	0,9660

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

¹ Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/t da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

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

¹ Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in the pre-starter/started/grower diets, kg/t.

O uso de antibióticos promotores de crescimento na dieta está associado à redução na carga microbiana e à melhoria na morfologia intestinal. Os efeitos esperados podem incluir aumento no ganho, mas normalmente resultam em melhoria da conversão alimentar (Visek, 1978; Anderson et al., 1999). Efeitos adicionais incluem redução da espessura da mucosa, em decorrência da menor proliferação celular (Anderson et al., 1999). Os antibióticos utilizados continuamente em dietas para frangos de corte podem prevenir ou reduzir alterações digestivas, melhorando a utilização dos alimentos e o desempenho animal. Desafios microbiológicos podem ocasionar diarreia, inflamação intestinal e algumas vezes necrose dos tecidos intestinais. Animais submetidos a estresse microbiológico ativam sistemas de defesa por meio da inibição química pela secreção de ácido ou bile. A presença de microrganismos no trato digestivo eleva potencialmente a competição por nutrientes, acelera a passagem do alimento, aumenta a descamação de células intestinais e estimula a secreção de mucina pelas células caliciformes (Apajalahti, 2005).

A ação dos acidificantes sobre o desenvolvimento microbiológico intestinal é aparentemente similar à dos antibióticos promotores de crescimento. Portanto, é possível que a inibição da colonização por microrganismos tenha beneficiado a mucosa intestinal e favorecido a estrutura das vilosidades. Esse efeito pode ter sido ocasionado pela

Tabela 6 - Peso relativo da secção intestinal, altura de vilos e profundidade de cripta do duodeno de frangos de corte aos 14 dias de idade alimentados com dietas contendo antibióticos promotores de crescimento ou misturas de acidificantes

Table 6 - Relative intestinal weight, villi height and crypt depth from duodenum section of broilers at 14 days old fed diets with antibiotic growth promoter or blends of acidifier

	Peso relativo (%PC) <i>Relative weight (%BW)</i>			Altura vilos, µm <i>Villi height</i>	Profundidade cripta, µm <i>Crypt depth</i>
	Duodeno	Jejuno	Íleo		
	<i>Duodenum</i>	<i>Jejunum</i>	<i>Ileum</i>		
Controle positivo (<i>Control positive</i>)	1,33	1,88 ^{ab}	1,45 ^{ab}	1.770 ^{ab}	132 ^{ab}
Controle negativo (<i>Control negative</i>)	1,46	1,97 ^b	1,59 ^b	1.540 ^b	136 ^{ab}
Mistura A (<i>Blend A</i>)	1,39	1,67 ^a	1,27 ^a	1.898 ^a	128 ^b
Mistura B (<i>Blend B</i>)	1,38	1,74 ^{ab}	1,51 ^b	1.836 ^{ab}	141 ^{ab}
Mistura C (4/2/1) (<i>Blend C</i>)	1,38	1,86 ^{ab}	1,47 ^{ab}	1.820 ^{ab}	130 ^b
Mistura C (3/3/1) (<i>Blend C</i>)	1,34	1,62 ^a	1,47 ^{ab}	1.960 ^a	123 ^b
Mistura D (5/2,5/1) (<i>Blend D</i>)	1,33	1,67 ^a	1,47 ^{ab}	1.877 ^a	164 ^a
Mistura D (3/3/1) (<i>Blend D</i>)	1,52	1,72 ^{ab}	1,46 ^{ab}	1.960 ^a	114 ^b
Média (<i>Mean</i>)	1,39	1,77	1,46	1.832	134
CV, % 8,53	11,57	15,53	9,22	11,76	
Probabilidade < (<i>Probability</i>)	0,1587	0,0153	0,0035	0,0032	0,0003

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

¹ Dados transformados para arco seno para a análise estatística, médias e coeficiente de variação correspondem aos valores não transformados. Valores entre parênteses após o tratamento representam a dose em kg/t da mistura de acidificantes nas fases pré-inicial/inicial/crescimento.

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

¹ Data was transform to arc sen to statistic analysis, mean and coefficient of variation and are equivalent to non transformed values. Values within parenthesis represent doses of acidifiers blend in pré-starter/started/grower diets, kg/t.

redução de perdas por descamação, pelo aumento da proliferação celular nas criptas em virtude de sua ação como fonte de energia disponível em nível de enterócitos, proporcionando aumento do tamanho de vilosidades e, conseqüentemente, maior área de absorção de nutrientes (Chaveerach et al., 2004; van Immerseel et al., 2004; Izat et al., 1990a; Izat et al., 1990b). Profundidades de cripta são também medidas de proliferação celular e criptas menos profundas indicam melhor estado de saúde intestinal, o que permite entender a redução no peso do jejuno e íleo das aves consumindo antibióticos ou acidificantes.

Uma vez que a composição nutricional e de energia das misturas de acidificantes foi utilizada na formulação das dietas experimentais, benefícios de um aporte nutricional extra desses acidificantes são improváveis, o que corrobora ações de controle antimicrobiano e trófico a partir da inclusão dessas substâncias nas dietas (van der Wielen et al., 2000; Sakata, 1987; Leeson et al., 2005). Outras ações podem ter auxiliado na resposta positiva dos acidificantes, como a modulação da função imune que favorece a digestão e absorção de nutrientes (Curi et al., 1993; Perez et al., 1998).

Conclusões

Os resultados deste estudo indicam que a suplementação de misturas de acidificantes em dietas para frangos de corte produziu benefícios similares aos obtidos com o uso de antibióticos promotores de crescimento e superiores ao encontrados com dietas sem antibióticos. A melhoria do desempenho zootécnico ocorreu paralelamente aos benefícios observados na morfologia intestinal.

Literatura Citada

- ANDERSON, D.B.; MCCracken, V.J.; AMINOV, R.I. et al. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. **Pig News and Information**, v.20, p.115N-122N, 1999.
- ANDRYS, R.; KLECKER, D.; ZEMAN, L. et al. The effect of changed pH values of feed in isophosphoric diets on chicken broiler performance. **Czech Journal of Animal Science**, v.48, p.197-206, 2003.
- APAAJLAHTI, J. Comparative gut microflora, metabolic challenges, and potential opportunities. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.444-453, 2005
- AUMAITRE, A.; PEINIAU, J.; MADEC, F. Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. **Pig News and Information**, v.16, p.73N-79N, 1995.
- CANIBE, N.; ENGBERG, R.M.; JENSEN, B.B. [2000] An overview of the effect of organic acids on gut flora and gut health. Disponível em: <http://www.afac.sl.u.se/workshop%20norge/organic_acid_canibe_et_al.pdf> Acesso em: 20/12/05.
- CHAVEERACH, P.; KEUZENKAMP, D.A.; LIPMAN, L.J.A. et al. Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological changes. **Poultry Science**, v.83, p.330-334, 2004.
- CHERRINGTON, C.A.; HINTON, M.; CHOPRA, I. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances Microbiological Physiology**, v.32, p.87-108, 1991.
- COLE, D.J.A.; BEAL, R.M.; LUSCOMBE, N.D.A. The effect on performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pigs. **The Veterinary Record**, v.83, p.459-464, 1968.
- CURI, R.; BOND, J.A.; CALDER, P.C. et al. Propionate regulates lymphocyte proliferation and metabolism. **General Pharmacology**, v.24, n.3, p.591-597, 1993.
- DASKIRAN, M.; TEETER, R.G.; VANHOOSER, S.L. et al. Effect of dietary acidification on mortality rates, general performance, carcass characteristics, and serum chemistry of broilers exposed to cycling high ambient temperature stress. **Journal Applied Poultry Research**, v.13, p.605-613, 2004.
- DIBNER, J.J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, p.453-463, 2002.
- Council Regulation 1831/2003 and additives for use in animal nutrition. Official Journal of European Union, L268:29-43.
- EIDELSBURGER, U. Feeding short-chain fatty acids to pigs. In: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. (Eds.) **Recent developments in pig nutrition**. 3.ed. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. p.107-121.
- GABERT, V.M.; SAUER, W.C.; SCHMITZ, M. et al. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial metabolites in the small intestine of weaning pigs fed semipurified fish meal diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v.75, p.615-623, 1995.
- IZAT, A.L.; TIDWELL, N.M.; THOMAS, R.A. et al. Effects of buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on microflora of the intestine and carcass. **Poultry Science**, v.69, p.818-826, 1990a.
- IZAT, A.L.; ADAMS, M.H.; CABEL, M.C. et al. Effects of formic acid or calcium formate in feed on performance and microbial characteristics of broilers. **Poultry Science**, v.69, p.1876-1882, 1990b.
- LEESON, S.; NAMKUNG, H.; ANTONGIOVANNI, M. et al. Effect of butiric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. **Poultry Science**, v.84, p.1418-1422, 2005.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.A.; COX, M.M. **Principles of biochemistry**. New York: Worth Publishers, 1993. 1152p.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366-373, 1995.
- PATTEN, J.D.; WALDROUP, P.W. Use of organic acids in broiler diets. **Poultry Science**, v.67, p.1178-1182, 1988.
- PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v.12, n.1, p.117-145, 1999.
- PEREZ, R.; STEVENSON, F.; JOHNSON, J. et al. Sodium butyrate upregulates cell PGE₂ production and modulates immune function. **Journal of Surgical Research**, v.78, p.1-6, 1998.
- PROPHET, E.B.; MILLS, B.; ARRINGTON, J.B.; SOBIN, L.H. **Laboratory methods in histotechnology**. Washington, D.C.: Armed Forces Institute of Pathology, 1992. 279p.
- RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; PARSONS, C.M.; JUNGKT, R.A. The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chicks. **Poultry Science**, v.84, p.1356-1362, 2005a.
- RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; MARTINEZ-AMEZCUA, C.; PARSONS, C.M. et al. Citric acids improves phytate phosphorus utilization in crossbred and commercial broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, p.1370-1375, 2005b.
- RICKE, S.C. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. **Poultry Science**, v.82, p.632-639, 2003.

- RISLEY, C.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D. et al. Effects of organic acids with and without a microbial culture on performance and gastrointestinal tract measurements of weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.35, p.259-270, 1991.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. 141p.
- RUSSELL, J.B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, v.73, p.363-370, 1992.
- SAKATA, T. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fiber, gut microbes and luminal trophic factors. **British Journal of Nutrition**, v.58, n.95, p.95-103, 1987.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS – SAS. SAS/STAT: **user's guide**. Cary: 2001. (CD-ROM).
- SNOW, J.L.; BAKER, D.H.; PARSONS, C. Phytase, citric acid, and 1- α -hidroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.83, p.1187-1192, 2004.
- STURKIE, PD. **Avian physiology**. 4.ed. New York: Springer-Verlag, 1986. 516p.
- SUN, X.; MCELROY, A.; WEBB JR., K.E. et al. Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. **Poultry Science**, v.84, p.1294-1302, 2005.
- van der WIELEN, P.W.J.J.; BIERSTERVELD, S.; OTERMANS, S. et al. Role of volatile fatty acids in development of the cecal microflora in broiler chickens during growth. **Applied and Environmental Microbiology**, v.66, n.6, p.2536-2540, 2000.
- van IMMERSEEL, F.; FIEVES, V.; BUCK, J. et al. Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella enteritidis* in young chickens. **Poultry Science**, v.83, p.69-74, 2004.
- VISEK, W.J. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal of Animal Science**, v.46, p.1447-1469, 1978.

Recebido: 15/02/06
Aprovado: 26/12/06