

Utilização do ácido fumárico em dietas de frangos de corte com baixa energia metabolizável

Maída Pilotto de Arruda Campos¹, Carlos Bôa-Viagem Rabello², Nilva Kazue Sakomura^{1*}, Flávio Alves Longo³, Sioji Kuana³ e Fernando Gut³

¹Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n, 14870-000, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. ³Betch Tecnologia Agropecuária Ltda. *Autor para correspondência. e-mail: cbviagem@ufrpe.br ou sakomura@fcav.unesp.br

RESUMO. Com o objetivo de avaliar o efeito da adição do ácido fumárico (AF) em rações de frango de corte, utilizou-se 550 machos, COBB, com 28 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 5 repetições de 22 aves. Os tratamentos foram: T₁-Ração com alta energia; T₂-Ração com baixa energia; T₃-Ração com baixa energia+0,3% de AF; T₄-Ração com baixa energia+0,4% de AF; T₅-Ração com baixa energia +0,5% de AF. A ração com alta energia proporcionou melhor conversão alimentar (CA) das aves (2,19) em relação ao tratamento com inclusão de 0,5% de AF (2,32); a ração com baixo nível energético e com inclusão de 0,3% e 0,4% de AF proporcionaram CAs (2,27) estatisticamente similares às aves que consumiram ração com alta energia. Concluiu-se que a adição de AF às rações de frango de corte de 28 a 49 dias não proporcionou melhoria no seu desempenho.

Palavras-chave: ácido fumárico, desempenho zootécnico, frangos de corte.

ABSTRACT. Use of fumaric acid in the diets on the performance of broiler chickens with low metabolizable energy. The objective of this study to verify the effect of fumaric acid (FA) in the diets on the performance of broiler chickens, five hundred and fifty, male, Cobb with 28 days old were distributed in five treatments and five repetitions of 22 broilers each. The reference diet was supplemented with three levels of FA (0.3%, 0.4% e 0.5%) compared to low and high energy level diets without FA. According to the results, the feed conversion (FC) was affected by FA in the diets. The high energy level diet promoted the best FC (2.19), and the 0.5% of FA in the diet promoted the worst FC (2.32). The treatments with low energy level and 0.3 and 0.4% inclusion FA in the diet promoted similar FC (2.27). In conclusion, the addition of FA in 28 at 49 days old broiler chickens diets did not improve the performance of broilers.

Key words: broiler chicken, fumaric acid, performance.

Introdução

Recentemente, na área de nutrição de aves, tem crescido o interesse pela utilização de aditivos, tais como os ácidos orgânicos, pois alguns estudos indicam a possibilidade desses produtos possuírem propriedades que proporcionam melhora no desempenho animal. Os ácidos orgânicos são substâncias que têm uma carboxila na molécula (Hart e Schuetz, 1972); sendo assim, todos os ácidos graxos e outras substâncias, como os aminoácidos, são classificados como ácidos orgânicos.

Visando à utilização desses ácidos para aves, existem três hipóteses que sustentam a sua aplicabilidade. A primeira está relacionada ao efeito inibidor do desenvolvimento de fungos nas matérias-primas e nas rações; a outra diz respeito ao efeito inibidor da proliferação de enterobactérias, como as

do gênero *Salmonella* e da *Escherichia*; e por último, como potencializador dos ganhos nutricionais das dietas promovidas pelo aumento da disponibilidade dos nutrientes para as aves (Penz *et al.*, 1993).

Dentre os ácidos orgânicos utilizados com esses objetivos, encontra-se o ácido fumárico, o qual segundo Kirchgessner e Roth (1982), a sua ação promotora pode ser atribuída não apenas ao efeito gastrointestinal, mas também a uma melhora na utilização da energia e proteína no metabolismo intermediário. Estes mesmos autores, realizando experimentos, constataram que a adição do ácido fumárico proporcionou melhora do desempenho de leitões e suínos em crescimento, estimulando o consumo alimentar, melhorando o ganho de peso e a eficiência alimentar. Os níveis mais efetivos foram de 1,5% a 2,0%, sendo, portanto os mais indicados. Esses resultados também foram encontrados por

Edmonds *et al.* (1985), os quais, trabalhando com suínos desmamados, também verificaram melhora na conversão alimentar com adição de 1,5% ou 2,0% de ácido fumárico na dieta.

Scapinello *et al.* (1997a) avaliaram o efeito da inclusão de diferentes níveis de ácido fumárico na ração sobre o desempenho de coelhos em crescimento e concluíram que o nível de 2% promoveu melhor desempenho, proporcionado por uma melhor conversão alimentar. Já em um segundo experimento, também com coelhos, Scapinello *et al.* (1997b), adicionando ácido fumárico e ácido acético na rações, não observaram diferenças significativas sobre o desempenho dos animais, demonstrando a necessidade de serem realizados mais estudos para verificar a viabilidade de seu uso.

Okada *et al.* (1996) e Kirchgessner *et al.* (1992a), incluindo diferentes níveis de ácido fumárico na ração de poedeiras comerciais, constataram que o nível de 0,5% proporcionou o melhor resultado de desempenho e qualidade dos ovos; o mesmo nível foi encontrado por Skinner *et al.* (1991) e Fischer da Silva *et al.* (1995) quando incluíram ácido fumárico em rações de frangos de corte. Por outro lado, Kirchgessner *et al.* (1992b) e Fischer da Silva *et al.* (1995) observaram que níveis superiores a 0,5% possibilitaram a diminuição no consumo alimentar de poedeiras comerciais e frangos de corte, e, conseqüentemente, no desempenho das aves.

É evidente a necessidade dos ácidos serem avaliados de uma forma ou modo mais criterioso, devendo ser considerado o possível efeito da adição com outras substâncias e níveis nutricionais a que as aves estão sendo submetidas. Nos trabalhos de Kirchgessner *et al.* (1992a) esse efeito foi notável, com o fornecimento de dietas para poedeiras com dois níveis protéicos (16,5% ou 12,5%) em diferentes combinações de aminoácidos e com a utilização ou não do ácido fumárico. Quando avaliado isoladamente, o ácido não influenciou o consumo alimentar, a produção e o peso dos ovos, a eficiência alimentar e o ganho de peso. Quando as aves receberam dietas com baixa proteína, mas com elevado teor de metionina e cisteína, a utilização do ácido fumárico resultou em elevação da taxa de postura dos ovos com maior peso. Entretanto, quando as aves receberam dietas com baixa proteína e baixos níveis de metionina e cisteína, a presença do ácido reduziu o peso corporal das aves.

Melhores resultados no peso e utilização do alimento pelos frangos foram encontrados por Vogt *et al.* (1979, 1981) citados por Patten e Waldroup (1988), com níveis de 0,5% ou mais de ácido fumárico.

Em experimento realizado por Runho (1995) comparando o efeito da adição de ácido fumárico e de promotores de crescimento nas rações de frango de corte sobre o desempenho das aves, este concluiu que

o uso desse ácido não proporcionou alterações no peso final das aves com a inclusão de 0,5% do ácido, sendo observada uma melhora na conversão alimentar, resultante de menores valores de consumo de ração, demonstrando a viabilidade da incorporação de tal produto nas rações de frangos de corte.

Kirchgessner e Roth (1982) constataram que o ácido fumárico atua como melhorador da utilização da energia em 2% a 3%, levando, também, a uma elevação na retenção de nitrogênio em 5% a 7% e o balanço de Ca e P em 13% e 14%. Stringhini *et al.* (1995) utilizando diferentes níveis de ácido fumárico (0%, 0,5% e 1,0%), verificaram que à medida que se elevaram os níveis de ácido fumárico nas rações houve um acréscimo nos valores da energia metabolizável das rações. Constataram que a cada aumento de 1,0g de ácido fumárico, houve um acréscimo de 22,75 kcal de Energia Metabolizável Aparente (EMA)/kg de ração e 19,87 kcal de EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAN)/kg de ração. Com a adição de 1,0% de ácido fumárico na ração, houve acréscimos de 7,39% de EMA, e 6,72% de EMAN, em relação à ração isenta de ácido.

Rostagno *et al.* (1997a) realizaram experimento com o objetivo de verificar o valor energético e simultaneamente avaliar o desempenho das aves à adição de níveis crescentes de ácido fumárico (0,5%, 1,0% e 2,0%) nas rações de frangos de corte de 14 a 23 dias de idade, concluindo que o ácido apresentou valores de Energia Metabolizável (EM) decrescente à medida que o nível adição foi aumentando de 0,5% a 2,0%. O nível de 0,5% resultou no valor energético equivalente de 21925 kcal/kg, ou seja, de 8 vezes da energia bruta (2708 kcal/kg). A utilização de ácido fumárico apresentou uma melhoria, média, de 100 kcal EM/kg de ração. Em um segundo experimento, Rostagno *et al.* (1997b) avaliaram o desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo 0,5% de ácido fumárico, como fonte energética em substituição (parcial) do óleo de soja e concluíram que essas aves tiveram desempenho similar ao apresentado pelas aves alimentadas com rações, contendo nível extra de óleo de soja.

Dentro desse contexto, a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar o desempenho de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de ácido fumárico em rações com baixa energia metabolizável.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista (Unesp).

Foram utilizados 550 frangos de corte, machos, linhagem COBB, com 28 dias de idade e peso médio

de 1,29kg, vacinados contra a doença de Marek e Bouba Aviária no incubatório e contra Gumboro e Newcastle no 5º e 9º dia de idade, respectivamente.

As aves foram alojadas em um galpão de alvenaria, coberto com telhas de barro, piso de cimento liso e muretas laterais de 50cm de altura com tela de arame e cortinado móvel. A instalação possuía divisões internas (boxes) com dimensões de 1,40m x 2,60m. Cada boxe foi equipado com bebedouro de alumínio de pressão (tipo copo), colocados sobre estrados de madeira (0,40m x 0,40m). Para a cama, foi utilizada maravalha. A água foi trocada e o bebedouro lavado diariamente. Os bebedouros iniciais foram substituídos no 9º dia por bebedouros pendulares automáticos. Inicialmente foram utilizados comedouros tipo bandeja até o 4º dia e tubulares com capacidade para 3kg, sendo substituídos no 9º dia por comedouros tubulares com capacidade para 15kg.

As leituras das temperaturas máximas e mínimas foram realizadas diariamente em um termômetro colocado no galpão, obtendo-se temperatura média de 24,2°C, sendo a mínima de 19,04°C e a máxima de 29,4°C durante todo o período experimental.

As aves foram distribuídas de acordo com um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo 22 aves por repetição. Os tratamentos consistiram em fornecer cinco tipos de ração nas fases de crescimento (28 a 42 dias) e final (43 a 49 dias de idade), como sendo: T₁ - Ração com alta energia; T₂ - Ração com baixa energia; T₃ - Ração com baixa energia + 0,3% de ácido fumárico; T₄ - Ração com baixa energia + 0,4% de ácido fumárico; T₅ - Ração com baixa energia + 0,5% de ácido fumárico. O ácido fumárico foi acrescentado às rações em substituição à areia lavada presente na ração referência. A composição das rações experimentais, dentro de cada fase (crescimento e final), apresentam-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais fornecidas na fase de 28 a 42 dias de idade das aves.

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	63,860	66,236	66,236	66,236	66,236
Farelo de soja	27,745	27,321	27,321	27,321	27,321
Farinha de carne	4,478	4,459	4,459	4,459	4,459
Óleo vegetal	1,945	-	-	-	-
Calcário calcítico	0,302	0,312	0,312	0,312	0,312
Sal comum	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Suplemento vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento mineral	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL Metionina 99	0,162	0,159	0,159	0,159	0,159
L -Lisina HCl	0,056	0,064	0,064	0,064	0,064
Ácido fumárico	-	-	0,30	0,40	0,50
Areia lavada	0,50	0,50	0,20	0,10	-
Nutrientes	Composição calculada				
Energia Metabolizável, kcal/kg	3,088	2,988	2,988	2,988	2,988
Proteína bruta, %	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Cálcio, %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível, %	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Metionina, %	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Metionina+Cistina, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

Lisina, %	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
Gordura, %	4,81	2,94	2,94	2,94	2,94

¹Suplemento Vitamínico (por quilograma do produto): vit. A, 2300000 UI; vit. D, 400000 UI; vit. E, 1800mg; vit. K₃, 300mg; vit. B₁, 150mg; vit. B₂, 1400mg; vit. B₁₂, 3500mcg; ácido pantotênico, 2000mg; ácido nicotínico, 7000mg; piridoxina, 250mg; ácido fólico, 150mg; biotina, 20mg; colina, 125g; bacitracina de zinco, 125g; BHT, 20g; ²Suplemento Mineral (por quilograma do produto): ferro, 35000mg; cobre, 50000mg; manganês, 35000mg; zinco, 30000mg; iodo, 600mg; selênio, 90mg.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais fornecidas no período de 43 a 49 dias idade das aves.

Ingredientes%	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	69,274	71,607	71,607	71,607	71,607
Farelo de soja	22,695	22,278	22,278	22,278	22,278
Farinha de carne	4,109	4,09	4,09	4,09	4,09
Óleo vegetal	1,930	-	-	-	-
Calcário calcítico	0,467	0,496	0,496	0,496	0,496
Sal comum	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Suplemento vitamínico ¹	0,191	0,187	0,187	0,187	0,187
Suplemento mineral ²	0,084	0,091	0,091	0,091	0,091
DL Metionina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L -Lisina HCl	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Ácido fumárico	-	-	0,30	0,40	0,50
Areia lavada	0,50	0,50	0,20	0,10	-
Total	100	100	100	100	100
Nutrientes	Composição Calculada				
Energia Metabolizável, kcal/kg	3,150	3,050	3,050	3,050	3,050
Proteína bruta, %	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Cálcio, %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível, %	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Metionina, %	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Metionina+Cistina, %	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Lisina, %	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Gordura, %	4,89	3,03	3,03	3,03	3,03

¹Suplemento Vitamínico (por quilograma do produto): vit. A, 2500000 UI; vit. D, 520000 UI; vit. E, 3200mg; vit. K₃, 320mg; vit. B₁, 100mg; vit. B₂, 800mg; vit. B₁₂, 4000mcg; ácido pantotênico, 1300mg; ácido nicotínico, 5000mg; colina, 140g; BHT, 20g. ²Suplemento Mineral (por quilograma do produto): ferro, 35000mg; cobre, 50000mg; manganês, 35000mg; zinco, 30000mg; iodo, 600mg; selênio, 90mg.

Para a fase inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 27 dias) foi fornecida a mesma ração para todas as aves, a qual atendia às exigências nutricionais para as diferentes fases, segundo o manual da linhagem.

Os parâmetros avaliados durante o experimento foram: peso médio, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves nos períodos de 28 a 42, 43 a 49 e de 28 a 49 dias (período total).

As análises estatísticas dos parâmetros avaliados foram realizadas no programa computacional SAS for Windows v. 6.12 (1996). Utilizou-se o procedimento PROC GLM para as análises de variância e o teste de Dunnett a 5% de probabilidade, comparando o tratamento testemunha (ração com alta energia metabolizável) com os demais tratamentos (rações com baixa energia metabolizável) e o procedimento PROC REG para análise de regressão apenas com os tratamentos com baixa energia metabolizável e diferentes níveis de inclusão do ácido fumárico.

Resultados e discussão

Na Tabela 3 estão apresentados os pesos médios dos frangos de corte no final de cada fase experimental. Não houve diferenças significativas entre o peso das aves nos diferentes tratamentos, demonstrando, assim, que a inclusão do ácido

fumárico não levou à melhoria no peso final das aves. Resultados semelhantes foram encontrados por Runho (1995), que encontrou pesos semelhantes na fase final de criação de frangos de corte quando comparou as aves que receberam dietas com e sem ácido fumárico; o mesmo foi demonstrado por Waldroup *et al.* (1995), que não encontraram alterações significativas para o peso de frangos de corte machos aos 49 dias de idade.

Tabela 3. Médias de peso corporal das aves (g) às 28, 42 e 49 dias de idade.

Tratamentos	Idade, dias		
	28*	42	49
Alta Energia (T1)	1291,4	2330,2	2898,8
Baixa Energia (T2) ¹	1288,6	2334,0	2827,6
0,3% de Ácido Fumárico (T3) ¹	1290,8	2296,6	2806,8
0,4% de Ácido Fumárico (T4) ¹	1294,8	2266,2	2816,6
0,5% de Ácido Fumárico (T5) ¹	1292,2	2286,8	2801,4
Valores de F	0,71 ns	0,75 ns	0,94ns
CV, % ²	0,46	3,27	3,23

* Pesos médios das aves no início do experimento; ns = não significativo (p>0,05); ¹ A análise de regressão demonstrou efeito não significativo (p>0,05); ² coeficiente de variação

Por outro lado, os resultados do presente trabalho discordam de Vogt *et al.* (1979) citados por Waldroup *et al.* (1995) e Patten e Waldroup (1988), os quais afirmaram que foi observada uma melhora no resultado de peso final das aves quando utilizaram níveis de 0,5% ou mais de ácido fumárico nas dietas. Rostagno *et al.* (1997b) demonstraram que a adição de 0,5% de ácido fumárico promoveu desempenho semelhante à dieta, com inclusão de óleo com alta energia.

Na Tabela 4 estão apresentados os dados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Observa-se que foram encontradas diferenças significativas (p<0,05) apenas quanto à conversão alimentar das aves; as aves que consumiram rações com alta energia apresentaram uma melhor conversão alimentar, no entanto, não diferiram daquelas aves que consumiram ração com baixa energia, inclusive acrescida de 0,3% e 0,4% de ácido fumárico, tendo o pior resultado de conversão alimentar as aves que ingeriram ração com 0,5% de ácido.

Tabela 4. Médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves durante as diferentes fases de criação.

Tratamentos	Idade, dias		
	28 - 42	43 - 49	28 - 49
	Ganho de peso, g		
Alta Energia (T1)	1006,0	526,2	1531,0
Baixa Energia (T2) ¹	1030,4	487,6	1518,6
0,3% de Ácido Fumárico (T3) ¹	993,8	509,8	1503,2
0,4% de Ácido Fumárico (T4) ¹	958,0	527,2	1483,2
0,5% de Ácido Fumárico (T5) ¹	977,4	467,0	1464,2
Valores de F	0,86 ns	1,45 ns	0,69ns
CV, % ²	6,68	7,23	4,83
	Consumo de ração, g		
Alta Energia (T1)	2042,0	1323,6	3347,2
Baixa Energia (T2) ¹	2112,4	1337,8	3442,8
0,3% de Ácido Fumárico (T3) ¹	2071,4	1338,6	3403,0
0,4% de Ácido Fumárico (T4) ¹	2040,8	1343,8	3351,8
0,5% de Ácido Fumárico (T5) ¹	2057,6	1335,8	3385,8

Valores de F	0,98 ns	0,16 ns	0,78 ns
CV, % ²	3,97	3,18	2,94
	Conversão Alimentar, g:g		
Alta Energia (T1)	2,03	2,53	2,19 a
Baixa Energia (T2) ¹	2,05	2,74	2,27 a
0,3% de Ácido Fumárico (T3) ¹	2,09	2,63	2,27 a
0,4% de Ácido Fumárico (T4) ¹	2,11	2,55	2,26 a
0,5% de Ácido Fumárico (T5) ¹	2,11	2,77	2,32 b
Valores de F	1,36 ns	1,39 ns	2,84*
CV, % ²	3,36	7,80	2,70

ns = não significativo (p>0,05); * significativo (p<0,05); Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de Dunnett (p<0,05); ¹ A análise de regressão demonstrou efeito não significativo (p>0,05); ² coeficiente de variação.

Os resultados do presente trabalho discordam dos resultados encontrados por Runho (1995), no qual, na fase de 1 a 21 dias de idade, o nível de 0,5% de ácido fumárico nas rações proporcionou um maior ganho de peso das aves. Fischer da Silva *et al.* (1995) também observaram melhora significativa no ganho de peso das aves ao incluir 0,5% de ácido fumárico nas rações. Garcia *et al.* (1999) observaram, na fase de 1 a 21 dias de idade, que a adição de 0,1% de ácido orgânico promoveu um ganho de peso das aves superior a 2,1%.

As análises de regressão verificando o efeito dos níveis de adição do ácido fumárico nas rações de baixa energia não proporcionaram resultados significativos. No entanto, resultados encontrados na literatura demonstram que, à medida que se aumenta o nível de ácido fumárico nas rações, há uma melhora na conversão alimentar das aves, caracterizando um melhor aproveitamento dos nutrientes (Runho, 1995).

Algumas diferenças nos resultados da literatura podem estar relacionadas ao fato de que a dieta contendo ácido fumárico só foi adicionada a partir de 28 dias de idade das aves, o que pode não ter apresentado efeito significativo na manutenção da integridade intestinal das aves, sendo que a maior parte dos experimentos que avaliaram a adição de ácido fumárico na ração, os quais observaram melhoras nos resultados de desempenho zootécnico, já o adicionavam na fase inicial. Sabe-se que as primeiras semanas de vida das aves são cruciais para o desenvolvimento do trato digestório e que qualquer alimento ou aditivo que seja adicionado à ração que leve à manutenção da integridade e ao desenvolvimento da mucosa intestinal proporcionará resultados mais satisfatório na utilização dos nutrientes das rações pelas aves.

Conclusão

Conclui-se que a adição de ácido fumárico na ração no período de 28 a 49 dias de idade dos frangos de corte não proporcionou efeito sobre a utilização de energia das rações experimentais.

Agradecimentos

Agradecemos à Betch Tecnologia Agropecuária Ltda pelo financiamento da pesquisa.

Referências

- EDMONDS, S. M. *et al.* Feeds additives studies whit newly weaned pigs: efficacy of supplemental. Copper, antibiotics and organic acids. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.60, n.2, p.936-938, 1985.
- FISHER da SILVA, A. V. *et al.* Utilização do ácido fumárico na prevenção do estresse calórico e síndrome de morte súbita em frangos de corte. *Agrárias*, v.14, n.1-2, p.77-82, 1995.
- GARCIA, R. G. *et al.* Ação isolada ou combinada da apramicina e dos ácidos fórmico + propiônico no desempenho de frango de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 1999, p.36.
- HART, H.; SCHUETZ, R. D. *Organic chemistry: A short course*. 4. ed. Michican State University. 1972.
- KIRCHGESSNER, M.; ROTH, F. X. Fumaric acid as feed aditive in pig nutrition. *Pig News And Inf.*, Wallingford, v.3, n.3, p.259-264, 1982.
- KIRCHGESSNER, M. *et al.* Nutritive effect of fumaric acid related to suboptimal protein content and quality of feed on production performance of layers. *Arch. Geflugelkd.*, Luxembourg, v.56, p.27-36, 1992a.
- KIRCHGESSNER, M. *et al.* Effects of dietary fumaric acid content about quality and quantity of protein on performance of broiler chickens. *Nutr. Abstr. Rev.*, Farnham Royal, v.62, n.7, p.487, 1992b.
- OKADA, A. K. *et al.* Adição de ácido orgânico (ácido fumárico) nas rações de poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1996, Curitiba. *Anais...* Campinas: FACTA, 1996. p.33.
- PATTEN, J. D.; WALDROUP, P. W. Use of organic acid in broiler diets. *Poultr: Sci.*, Savoy, v.67, n.8, p. 1178-1182, 1988.
- PENZ, A. M. *et al.* Os ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. *Anais...* Campinas: FACTA, 1993. p.111-119.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* Avaliação nutricional do ácido fumárico em rações de frango de corte. Videira: Oriente Comércio e Serviços Ltda, 1997a, 3p. (Folder).
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* Utilização do ácido fumárico nas rações de frangos de corte. Videira: Oriente Comércio e Serviços Ltda, 1997b, 3p. (Folder).
- RUNHO, R. C. *Uso do ácido orgânico (ácido fumárico) nas rações de frangos de corte.*, 1995. Trabalho de Graduação (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Campus de Jaboticabal, para graduação em Zootecnia, Jaboticabal, 1995.
- SAS. SAS Guide statistics. Version 6.12. ed. Carry. 1996
- SCAPINELLO, C. *et al.* Efeito de diferentes níveis de ácido fumárico sobre o desempenho de coelho em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997a, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora:SBZ, 1997a, p.215-217.
- SCAPINELLO, C. *et al.* Influência de diferentes níveis de ácido fumárico e ácido acético sobre o desempenho de coelhos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997b, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora:SBZ, 1997b, 218-220.
- SKINNER, J. T. *et al.* Fumaric acid enhances performance of broiler chickens. *Poul. Scie*, Savoy, v.70, n.6, p.1444-1447, 1991.
- STRINGHINI, J. H. *et al.* Determinação da energia metabolizável de rações contendo ácido fumárico. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995. Curitiba. *Anais...* Campinas: FACTA, 1995. p.113-114.
- WALDROUP, A. *et al.* Performance characteristics and microbiological aspects of broiler feed diets supplemented with organic acids. *J. Food Prot.*, Nyon, v.58, p.482-489, 1995.

Received on October 08, 2003.

Accepted on March 05, 2004.