
USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS^{®1} NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES

Use of essential oils in pig diets

Octavio Hiroshi Suzuki^a, José Sidney Flemming^b, Marcos Elias Traad Silva^c

^a Médico Veterinário, Cooperativa Arapoti Ltda CAPAL, Arapoti, PR - Brasil, e-mail: martinellisuzuki@brturbo.com.br

^b Médico Veterinário, Dr. do Departamento de Zootecnia (UFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: flemmingjs@yahoo.com.br

^c Zootecnista, Professor da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Pesquisador do IAPAR, Curitiba, PR - Brasil, e-mail: traad@onda.com.br

Resumo

A inclusão indiscriminada de antibióticos na alimentação dos animais tem sido combatida em todo o mundo por induzir ao aparecimento de resistência microbiana. Assim, alternativas de produtos naturais que possam substituir os antibióticos têm sido buscadas. Os óleos essenciais e extratos de plantas apresentam-se como potenciais para a inclusão nas dietas dos animais submetidos à produção intensiva, sendo considerados, sobretudo, como substâncias economicamente viáveis para a substituição desses produtos nas rações. Comparou-se a utilização de óleos essenciais aos antibióticos em um estudo conduzido com 80 leitões nas fases pré-inicial e inicial. Os óleos essenciais apresentaram efeito similar aos antibióticos para: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. O custo da utilização dos óleos foi significativamente menor, demonstrando a sua viabilidade econômica, bem como possibilita avanços nas avaliações de produtos naturais como forma de promover a saúde dos homens e dos animais.

Palavras-chave: Alimentação animal; Antibióticos; Resistência microbiana.

Abstract

The indiscriminate inclusion of antibiotics in animal feed has been fought around the world for inducing the microbial resistance. Thus, natural products that can replace the antibiotics have been searched. The essential oils and extracts of plants present themselves as potential for inclusion in the diets of animals subjected to intensive production being considered, especially

¹ ®Activo

as substances economically feasible to replace these products in feed. Essential oils where compared as antibiotics in a study with 80 piglets in the pre-initial and initial. The essential oils had similar effect to antibiotics for weight gain, feed intake and feed conversion. The cost of oil was significantly lower and allows advances in evaluations of natural products as a way of promoting the health of humans and animals.

Keywords: *Animal feed; Antibiotics; Microbial resistance.*

INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado de antibióticos na alimentação de suínos representa um dos maiores entraves à produção de carne, tanto para a exportação, quanto para o mercado interno. Os consumidores, cada vez mais conscientes, se posicionam contra o uso de produtos que venham a provocar impactos ao meio ambiente, ou ainda na morbidade ambiental que afeta aos animais, com o aparecimento de formas bacterianas modificadas, infecciosas e resistentes.

Drogas empregadas em terapêutica veterinária induzem o aparecimento de formas microbianas resistentes e prejudiciais à saúde e à terapia humana, despertando a atenção das autoridades governamentais em saúde pública, de tal forma que os sucessivos relatos de problemas sanitários, decorrentes da resistência microbiana a antibióticos, determinaram a instituição de um comitê formado por representantes de entidades envolvidas com a alimentação animal e a indústria de rações, tendo sido criado o Plano Nacional de Controle de Resíduos Biológicos (PNCRB). Através de portarias ministeriais, tal plano dita as normas, pelas quais a indústria deverá adequar-se às exigências do mercado internacional (SEVERO, 2000; MILTENBURG, 2000). Em junho de 1999 a Comunidade Econômica Europeia, através de normas (Commission Decision of 23 Feb., 1999; Commission Regulation (EC) No. 1565/2000; Commission Regulation (EC) No. 622/2002; Regulation (EC) No. 2232/96), baniu o uso de alguns antibióticos na alimentação de aves e em 2006 proibiu oficialmente o uso de antibióticos como promotores de crescimento na alimentação de animais domésticos, com implicações para a indústria nacional de carnes.

Nos sistemas de produção de suínos no Brasil a sobrevivência e a sanidade dos leitões desmamados precocemente são pontos críticos importantes. Uma das principais estratégias utilizadas para reduzir o problema é o uso massivo de drogas antibióticas para prevenir o aparecimento de transtornos gastrintestinais na passagem da dieta líquida (leite) para a dieta sólida (ração). O aparecimento de formas de resistência bacteriana tem se multiplicado em diferentes regiões produtoras de suínos, afetando a utilização dos antibióticos em terapia humana (CROMWELL, 2002). A proibição do uso de promotores de crescimento como mecanismo preventivo de situações de disbiose com depressão da flora microbiana indesejável determinou que pesquisadores e nutricionistas buscassem novas alternativas, entre as quais a utilização de diferentes óleos essenciais que preservem o equilíbrio no trato gastrintestinal, atuando como uma barreira defensiva para evitar o alojamento de bactérias patogênicas na mucosa intestinal e, conseqüentemente, eliminar os distúrbios que venham a afetar a digestão e a absorção de nutrientes (SANTÍN et al., 2001).

Como alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento tem sido estudado: o uso de probióticos, prebióticos, enzimas, ácidos orgânicos e extratos vegetais (JEAUROUND, 2002). A utilização de óleos ou extratos herbais nas rações tem como requisito básico a não toxicidade aos animais. Dessa forma, os primeiros óleos e extratos a serem pesquisados são aqueles tradicionalmente utilizados como condimentos ou temperos, conforme ampla pesquisa realizada por Brugali (2003). Os

óleos essenciais têm o seu uso em rações autorizados na Europa pela Diretiva do Conselho 70/524/EEC Cap. III, que se refere a substâncias aromáticas e apetentes. Nos EUA – a Food and Drug Administration (FDA) reconhece o grupo dos óleos essenciais como substâncias seguras para uso na alimentação dos animais e seres humanos (Code of Federal Regulations, Title 21, v.6; Part 582).

Segundo Burt (2004) os óleos essenciais são representados por complexas misturas de substâncias voláteis, de forma geral lipofílicas, cujos componentes incluem uma série de hidrocarbonetos terpênicos, ésteres, ácidos orgânicos, aldeídos, cetonas, fenóis, entre outros, em diferentes concentrações, nos quais um composto farmacologicamente ativo é majoritário. Knowles (2002) menciona que são bem conhecidos os efeitos antibacterianos, antiparasitários e, mais recentemente, antioxidantes de substâncias bioativas, originárias de extratos de plantas, com excelente efeito na dieta dos animais. No grupo dos óleos, carvacrol e timol apresentam grande perspectiva de substituir os antibióticos. Desses, é mais efetivo o carvacrol, que atua em leveduras, fungos e microrganismos gram (+) e gram (-), com amplo espectro antibacteriano. O timol tem uma estrutura bastante similar ao carvacrol diferindo apenas no grupo hidroxila com diferente localização no anel fenólico (ULTEE et al., 1999). O carvacrol e o timol agem contra os microrganismos através de uma ação lipofílica na membrana celular, dispersando as cadeias de polipeptídeos que irão constituir a matriz da membrana celular (NOSTRO et al., 2004). Atuam provocando mudanças na permeabilidade e atividade da membrana celular das bactérias, alterações na atividade dos canais de cálcio, perturbação do equilíbrio iônico e perda de ions K⁺. Esses danos ao sistema enzimático das bactérias estão relacionados à produção de energia e síntese de componentes estruturais, dificultando a condução e transporte do ATP intracelular (KNOWLES et al., 2005; NOSTRO et al., 2004).

Roller (2003) em amplo estudo com *Staphylococcus* e *Salmonellas*, cita que o carvacrol tem mais eficiência nos estágios iniciais de formação da membrana celular, impedindo o crescimento e multiplicação das bactérias. Os óleos essenciais diminuem o crescimento bacteriano e isso faz com que bactérias produtoras de toxinas usem a energia para se manterem viáveis, sobrando pouca ou nenhuma energia para a produção de toxinas. Ocasionalmente, quando as toxinas são ativadas, não existe ATP suficiente para exportar essas das células bacterianas e, dessa forma, inibem a produção de toxinas bacterianas determinantes das diarreias (ULTEE et al., 1999). O timol tem maior efeito inibidor sobre microrganismos em pH levemente ácido, sendo efetivo no pH 5,5 e menos efetivo no pH 6,5, isso porque em pH ácido a molécula de timol não é dissociada, exercendo melhor a sua ação junto às proteínas hidrofóbicas. Neste pH o timol solubiliza melhor os lipídios e proteínas, sendo um poderoso mucolítico que facilita a limpeza da árvore respiratória. Estímulo à formação de imunoglobulinas foi constatado por pesquisadores, quando foi utilizada uma mistura de carvacrol, timol, cineol e capsaicina na dieta de frangos (BRUGALLI, 2003).

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de uma mistura de carvacrol e timol (activo®), em substituição aos antibióticos, na dieta de leitões desmamados precocemente.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na granja Ipê Amarelo, na Cidade de Arapoti - PR, em uma propriedade pertencente ao sistema integrado da Cooperativa Agropecuária Arapoti, Ltda – CAPAL. Foram utilizados 80 leitões oriundos de 8 partos, com 10 leitões por parto, formando-se 2 grupos de 40 leitões, separando-se metade da leitegada para cada grupo. Procurou-se, assim, eliminar o fator de primíparas e pluríparas como fonte de variação na formação dos lotes. O experimento teve a duração de 70 dias e os animais foram desmamados com 21 dias de idade, seguindo a rotina normal da cooperativa, com as condições de higiene, manejo, níveis nutricionais da dieta mantidas idênticas para os dois grupos. Foram utilizados dois tratamentos: T1 com a mistura de óleos essenciais (Activo®) e T2 com promotor de crescimento (Enrofloxacina), considerado manejo normal na granja (controle) (Tabela 1).

TABELA 1 - Produtos utilizados nas diferentes rações, para os tratamentos propostos para leitões submetidos ao uso de óleos essenciais e promotores de crescimento convencionais

Table 1 - Products used in different diets, for the treatments offered for piglets submitted to the use of essential oils and conventional growth promoters

RAÇÃO	TRATAMENTOS		
	T ₁	T ₂	
	Activo®(g)	Promotores de Crescimento	Quantidade(g)
Pré-inicial 1	200	Lincomicin	44
Pré-inicial 2	200	Colistina	100
		Lincomicina	39
		Amoxicilina	100
Inicial	150	Colistina	100
		Doxiciclina	200
		Moxacilina	100

Após o nascimento, no primeiro dia, o T1 recebeu 2 mL de óleos essenciais (Activo®) e o T2 recebeu 2 mL do promotor do crescimento (através de um Pig doser). A ração foi acrescida do produto com óleos essenciais Activo® em comparação com o grupo T2 com o uso de vários antibióticos promotores de crescimento descritos na Tabela 1. O teste foi realizado até os 70 dias de vida dos leitões.

Os resultados foram avaliados pelo teste de hipótese (t-teste), ao nível de 5% de significância, empregando-se a comparação em grupos independentes. A diferença das médias $X_1 - X_2$ foi considerada significativa sempre que o t calculado for maior que o tá da tabela (distribuição de t), para $n_1 + n_2$ graus de liberdade.

RESULTADOS

Os dados de peso médio ao nascer, peso ao desmame, peso aos setenta dias e ganho de peso diário são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Valores médios de peso ao nascer, peso ao desmame (21 dias), peso aos 70 dias, ganho de peso diário (do nascimento aos 70 dias) e conversão alimentar de leitões submetidos aos tratamentos com óleos essenciais e com promotores de crescimento convencionais

Table 2 - Values of birth weight, weaning weight (21 days), weight at 70 days, daily weight gain (from birth to 70 days) and feed conversion of piglets submitted to treatment with essential oils and conventional growth promoters

INDICADORES ZOOTÉCNICOS	TRATAMENTOS	
	T ₁ Activo®	T ₂ Promotores de Crescimento
Peso médio ao nascer (kg)	1,54	1,51
Peso médio ao desmame (kg)	7,05	6,83
Peso (kg) aos 70 dias (*)	31,92	32,89
Ganho de Peso Médio Diário (g)	434	448
Conversão Alimentar	1,44	1,37

(*) n= 40 animais por tratamento

Os valores de peso ao nascer indicam que as parcelas utilizadas no teste foram bastante homogêneas com o peso dos leitões não diferindo entre si. Na fase pré-inicial que é compreendida entre o início de vida e os 21 dias de idade quando ocorre o desmame dos leitões e, portanto, uma fase crítica na vida dos animais, a resposta verificada nos parâmetros peso médio, ganho de peso médio diário (GPD) e conversão alimentar manteve-se praticamente igual, sendo que o uso de óleos essenciais não diferiu estatisticamente da associação de antibióticos gram positivo e gram negativo usados como norma e em quantidades razoáveis nesse período. Também se verificou que não foram constatadas diferenças significativas aos 70 dias, ou seja, o efeito da mistura de óleos persistiu e apresentou resultados similares aos antibióticos durante toda a fase inicial de crescimento dos leitões, quando em geral ocorrem os maiores prejuízos ao desenvolvimento dos animais.

TABELA 3 - Custos comparativos dos produtos utilizados nas rações de leitões submetidos aos tratamentos com óleos essenciais e com promotores de crescimento convencionais (valores de Junho de 2008)

Table 3 - Comparative costs of products used in feed for piglets of treatments with essential oils and conventional growth promoters (value of June 2008)

RAÇÃO	TRATAMENTOS					
	T ₁			T ₂		
	Activo® (g)	Valor (R\$/ton)	Promotores de Crescimento	Quantidade (g)	Valor (R\$)	Valor (R\$/ton)
Pré-inicial 1	200	10,00	Lincomicina	44,0	8,50	19,75
			Colistina	100,0	11,25	
Pré-inicial 2	200	10,00	Lincomicina	35,2	6,80	47,05
			Amoxicilina	100,0	29,0	
			Colistina	100,0	11,25	
Inicial	150	7,5	Doxiciclina	200,0	32,00	61,00
			Amoxicilina	100,0	29,00	

Apesar de não ter havido diferença estatística entre os tratamentos propostos, o uso da mistura de óleos essenciais representa uma economia substancial, relativamente aos antibióticos atualmente em uso na granja. Os resultados estão demonstrados nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 4 - Custos comparativos, por animal, dos produtos utilizados nas rações de leitões submetidos aos tratamentos com óleos essenciais (Activo®) e com promotores de crescimento convencionais (valores de Junho de 2008)

Table 4 - Comparative costs, per animal, the products used in feed for piglets of treatments with essential oils (Active ®) and conventional growth promoters and (value of June 2008)

RAÇÃO	TRATAMENTOS			
	T ₁ Activo®		T ₂ Promotores de Crescimento	
	Consumo(kg)	Valor(R\$)	Consumo(kg)	Valor(R\$)
Pré- inicial 1	5,25	0,052	5,55	0,109
Pré-inicial 2	12,55	0,125	11,52	0,542
Inicial	25,97	0,194	25,97	1,584
TOTAL	43,77	0,371	43,04	2,23

DISCUSSÃO

A prática do uso indiscriminado de antibióticos na moderna suinocultura tem sido uma alternativa encontrada para a manutenção da higidez do trato gastrintestinal dos animais (TAYLOR, 2001; MENTEN, 2001). A granja onde foi realizado o experimento segue as recomendações tradicionais para os sistemas intensivos de produção de suínos, possibilitando o surgimento de morbidade e desafio microbiano, ameaças concretas aos animais e ao homem. Nos últimos anos vários autores têm exaustivamente revisado e comparado diferentes compostos como possíveis alternativas ao uso de antibióticos para leitões, citando os óleos essenciais como uma alternativa viável (LANGHOUT, 2000; MELLOR, 2000; WENK, 2000; TAYLOR, 2001). Resultados similares ao uso de antibióticos como os encontrados neste estudo são descritos por Willians e Losa (2001) e Walsh et al. (2003). Mais recentemente, Oetting et al. (2006), conduziram uma série de experimentos com dietas para leitões recém-desmamados, onde foram avaliadas as drogas antimicrobianas bacitracina de zinco, olaquinox e colistina comparativamente a óleos essenciais de cravo, tomilho, orégano, eugenol e carvacrol. Os autores constataram que a digestibilidade da matéria seca foi estatisticamente maior para o tratamento com extratos vegetais em relação ao tratamento com antimicrobianos. Contudo, durante a fase pré-inicial de 1 a 35 dias, o tratamento com os antimicrobianos apresentou resultados significativamente melhores de peso vivo, consumo diário de ração e ganho diário de peso. Dentre os níveis de extratos vegetais, a maior inclusão foi a que proporcionou melhores resultados de desempenho.

Não foram encontradas diferenças significativas para os resultados de microbiologia intestinal. A frequência de diarreia dos animais que receberam antimicrobianos foi inferior àquela do tratamento com extratos vegetais no período de 1 a 35 dias indicando eficácia dos antimicrobianos em controlar a diarreia. Os extratos vegetais apresentaram resultados intermediários entre o tratamento controle e com antimicrobianos para essa variável. Conclusões similares são citadas por Costa et al. (2008), ao estudarem os efeitos de extratos vegetais comparativamente aos antibióticos colistina e tiamulina, constatando que os agentes antimicrobianos proporcionaram os melhores desempenhos de leitões em fase de creche. Contudo, a combinação dos extratos de cravo e orégano promoveu desempenho muito próximo àquele obtido com os antimicrobianos, demonstrando ser uma alternativa promissora como promotora de crescimento de leitões recém-desmamados.

Em recente pesquisa, Belé (2008) avaliando o uso de promotores de crescimento alternativos como mananoligossacarídeos, frutoligossacarídeos e óleo essencial de orégano comparativamente à apramicina como promotores de crescimento, constatou que não foram verificadas diferenças para as variáveis de desempenho no período experimental total e a área de olho de lombo dos animais tratados com o promotor de crescimento alternativo foi significativamente maior. O autor não verificou diferenças entre os tratamentos sobre as variáveis de qualidade da carne. Portanto, o uso de prebióticos e óleo essencial de orégano para suínos em fase de crescimento e terminação demonstraram bons resultados no desempenho e características de carcaça e carne.

Main et al. (2005) em estudos sobre a interação custos e idade de desmame em sistemas de produção indicaram que a utilização de antibióticos em dietas pré-iniciais representa uma grande parte dos custos de produção dos suínos.

CONCLUSÃO

Nas condições propostas pelo experimento executado, o grupo com os alternativos carvacrol e timol não diferiu significativamente do grupo com os antibióticos, quanto a peso ao desmame, peso médio aos 70 dias e ganho de peso do nascimento aos 70 dias.

O uso do tratamento com alternativos representados pelo carvacrol e timol reduziu em aproximadamente seis vezes o custo do programa de promotores de crescimento por leitão alojado.

REFERÊNCIAS

- BELÉ, J. C. **Avaliação de promotores de crescimento alternativos na alimentação de suínos nas fases de recria e terminação**. 2007. 126 f. Tese (Doutorado em Sistema Nou-Rau) – Universidade Estadual de Londrina, Maringá, 2007. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000123001>>. Acesso em: 30 ago. 2008.
- BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2003. p. 167-182.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 5, p. 223-253, 2004.
- EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. Regulation (EC) n. 2232/96, October 28th 1996. Commission Decision of 23 February 1999: adopting a register of flavouring substances used in or on foodstuffs drawn up in application of Regulation (EC). 1999/217/ EC. **Official Journal**, L084, p. 1-137, 1999.
- _____. Commission Regulation (EC) n. 1565/2000 of July 18th 2000: laying down the measures necessary for the adoption of an evaluation programme in application of Regulation (EC) No 2232/96. **Official Journal**, L180, p. 8-16, 2000.
- _____. Regulation (EC) No. 1999/217. commission decision of January 23th 2002 regards the register of flavouring substances used in or on foodstuffs. 2002/113/EC. **Official Journal**, L49, p. 1-160, 2002.
- _____. Commission Regulation (EC). No. 622/2002 of April 11th 2002. Establishing deadlines for the submission of information of chemically defined flavouring substances used in or on foodstuffs: **Official Journal**, L95, p. 10-11, 2002.
- COSTA, L. B.; TSE, M. L. P.; MIYADA, V. S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 124-36, 2008.
- CROWELL, G. L. Why and how antibiotics are used in swine production. **Animal Biotechnology**, v. 13, n. 1, p. 7-27, 2002.
- JEAUROUND, E. et al. Supplementation of diets with herbal extracts enhances growth performance in newly-weaned piglets. **Journal of Animal Science**, v. 20, p. 394, 2002. Supplement 1.
- KNOWLES, J. R. **Microbial adhesion and its control using natural and synthetic biocides**. United Kingdom: South Bank University London, 2002.
- KNOWLES, J. R. et al. Antimicrobial action of carvacrol at different stages of dual-species biofilm development by *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 2, p. 797-803, 2005.
- LANGHOUT, P. New additives for broiler chickens. *in vivo*. **World Poultry**, v. 16, n. 1, p. 22-27, 2000.
- MAIN, R. G. S. S. et al. Effects of weaning age on growing-pig costs and revenue in a multi-site production system. **Journal of Swine Health and Production**, v. 13, n. 4, p. 189-197, 2005.
- MELLOR, S. Antibiotics are not the only growth promoters. **World Poultry**, v. 16, n. 1, p. 14-15, 2000.

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

MILTEMBURG, G. Promotores e aditivos de crescimento em Avicultura. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p. 204-215.

NOSTRO, A. et al. Susceptibility of methicilin-resistant Staphylococci to oregano essential oil, carvacrol, and thymol. **FEMS Microbiology Letters**, v. 230, n. 3, p. 191-195, 2004.

OETTING, L. L.; UTIYAMA, C. E.; GIANI, P. A. et al. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1389-1397, 2006.

ROLLER, S. The quest for natural antimicrobials as novel means of food preservation: Status report on a European research project. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 36, n. 8, p. 333-345, 2003.

SANTIN, E. et al. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Sacharomyces cerevisiae* cell wall. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 10, n. 2, p. 236-244, 2001.

SEVERO, M. P. F. Plano de controle de resíduos em produtos de origem animal no Brasil: Ministério da Agricultura e Abastecimento. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p. 242-251.

TAYLOR, D. J. Effects of antimicrobials and their alternatives. **British Poultry Science**, v. 42, p. 67-68, 2001. Supplement 1.

ULTEE, A.; KETS, E. P. W.; SMID, E. J. Mechanisms of action of carvacrol on the foodborne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 1, p. 4606-4610, 1999.

WALSH, S. E. et al. Activity and mechanisms of action of selected biocidal agents on Gram-positive and -negative bacteria. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, n. 2, p. 240-247, 2003.

WENK, C. Recent advances in animal feed additives such as metabolic modifiers, antimicrobial agents, probiotics, enzymes and highly available minerals. Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 13, n. 4, p. 86-95, 2000.

WILLIAMS, P.; LOSA, R. The use of essential oils and their compounds in nutrition. **World Poultry**, v. 17, n. 5, p. 14-15, 2001.

Recebido: 01/09/2008

Received: 09/01/2008

Aprovado: 18/11/2008

Approved: 11/18/2008