

# DIETAS SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS NÃO PROMOVE ALTERAÇÕES NA MORFOMETRIA DE VILOS E CRIPTAS DO DUODENO DE FRANGOS DE CORTE

Andressa Zardo<sup>1</sup>  
 Luciana Kazue Otutumi<sup>2</sup>  
 Patrícia Franco Gonçalves Previato do Amaral<sup>3</sup>  
 Ricardo de Melo Germano<sup>2</sup>  
 Fabiane Antiquera Ferreira<sup>4</sup>  
 Maira Rodrigues Dourado<sup>5</sup>  
 Taniara Suelen Mezalira<sup>6</sup>

ZARDO, A.; OTUTUMI, L. K.; PREVIATO DO AMARAL, P. F. G.; GERMANO, R. de M.; FERREIRA, F. A.; DOURADO, M. R.; MEZALIRA, T. S. Dietas suplementadas com óleos essenciais não promove alterações na morfometria de vilos e criptas do duodeno de frangos de corte. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umarama, v. 18, n. 2, p. 115-119, abr./jun. 2015.

**RESUMO:** Devido à necessidade da substituição dos antimicrobianos como melhoradores de desempenho por aditivos alternativos, inúmeros produtos estão em estudo. Dentre esses estão os óleos essenciais que apresentam características antimicrobianas, contribuindo para manutenção da integridade intestinal e consequentemente melhora no desempenho, garantindo a segurança alimentar, evitando a resistência cruzada, bem como a contaminação do meio ambiente. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de uma mistura de óleos essenciais extraídos de orégano, alho, limão, alecrim, timo, eucalipto e laranja doce, na dosagem de 300 mL para 500 L de água de bebida, sobre a morfometria da mucosa do duodeno de frangos de corte. Foram avaliados quatro aviários tratados com óleos essenciais na ração e quatro aviários controle, durante o período de um a sete dias de idade, contendo pintainhos da linhagem *Cobb*. Para a análise morfométrica, cinco aves de cada aviário (total de 40 aves) foram mortas, utilizando-se de protocolo anestésico, medicação pré-anestésica de xilazina 4mg/Kg IM. e após solução de tiopental na dose de 25 mg/Kg IV. Após eutanásia, foram colhidas amostras de material do intestino delgado, correspondente ao segmento duodenal, para realização das medições de altura de vilos e profundidade de cripta. Não foram verificados efeitos sobre a altura de vilos e profundidade de cripta nos animais tratados com óleos essenciais ( $P > 0,05$ ). Nas condições em que foram realizados o experimento, pode-se concluir que os óleos essenciais não alteraram a altura de vilos e a profundidade de cripta do duodeno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Altura de vilos. Intestino Delgado. Morfometria. Profundidade de cripta.

## DIETS SUPPLEMENTED WITH ESSENTIAL OILS DO NOT PROMOTE ALTERATIONS IN VILLOUS MORPHOMETRY AND DUODENUM CRYPT OF BROILERS

**ABSTRACT:** Due to the need for replacement of antimicrobials as performance enhancers to alternative additives, several products are being studied. Among them, essential oils that exhibit antimicrobial properties are being analyzed, which contribute to the maintenance of intestinal integrity and consequently improving performance, assuring food safety, preventing cross-resistance, as well as contamination of the environment. Thus, the objective of this study is to evaluate the effects of adding a mixture of essential oils from oregano, garlic, lemon, rosemary, thyme, eucalyptus and sweet orange, at a dosage of 300 mL for 500 L of drinking water, on the morphometry of duodenal mucosa of broilers. Four poultry aviaries treated with essential oils in the diet and four control poultry aviaries were evaluated during the period from one to seven day old, containing *Cobb* chicks. For the morphometric analysis, five birds in each aviary (total of 40 birds) were euthanized using anesthetic protocol premedication with xylazine 4mg/kg IM) and after, a solution of thiopental (25 mg /Kg IV). After euthanasia, material samples were collected from the small intestine (duodenum) for measuring villus height and crypt depth. No effects on villus height and crypt depth could be found in the animals treated with essential oils ( $P > 0:05$ ). Under the experimental conditions, it can be concluded that essential oils did not alter villus height and crypt depth of the duodenum.

**KEYWORDS:** Crypt depth. Morphometry. Small intestine. Villus height.

## DIETAS SUPLEMENTADAS CON ACEITES ESSENCIALES NO PROMOVE CAMBIOS EN MORFOMETRÍA DE LAS VELLOSIDADES Y CRIPTAS DEL DUODENO DE POLLOS DE ENGORDA

**RESUMEN:** Debido a la necesidad de reemplazo de antimicrobianos como mejoradores de desempeño por aditivos alter-

DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v18i2.2015.5382>

<sup>1</sup>Acadêmica do curso de Farmácia da Universidade Paranaense, Unipar, bolsista de fixação de recursos humanos do CNPq nível 1, Praça Mascarenha de Moraes, 4282, Centro, 87502-210. andressa\_zardo@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor (a) do Mestrado em Ciência Animal da Unipar.

<sup>3</sup>Professora do curso de Medicina Veterinária da Unipar.

<sup>4</sup>Acadêmica do curso de Farmácia da Unipar, bolsista PEBIC/CNPq.

<sup>5</sup>Mestranda em Ciência Animal da Unipar, Bolsista PROSUP/CAPEs.

<sup>6</sup>Acadêmica do curso de Medicina Veterinária da Unipar, bolsista PEBIC/CNPq.

nativos, inúmeros productos están siendo estudiados. Entre esos están los aceites esenciales que presentan características antimicrobianas, lo que contribuye al mantenimiento de la integridad intestinal y por consiguiente mejora el rendimiento, por garantizar la seguridad alimentaria, evitando resistencia cruzada, así como la contaminación del medio ambiente. Por lo tanto, el objetivo ha sido evaluar los efectos de la adición de una mezcla de aceites esenciales extraídos del orégano, ajo, limón, romero, tomillo, eucalipto y naranja dulce, a una dosis de 300 ml para 500 litros de agua potable, sobre la morfometría de la mucosa duodenal de pollos de engorde. Se han evaluado cuatro aviarios tratados con aceites esenciales en el pienso y cuatro aviarios control, durante el período de uno a siete días de edad, conteniendo pollitos Cobb. Para el análisis morfométrico, cinco aves de cada aviario (total de 40 aves) fueron sacrificadas, utilizándose de protocolo anestésico, medicación pre anestésica de xilazina 4 mg /Kg IM., y después tiopental solución a una dosis de 25 mg /Kg IV. Después de la eutanasia, se ha recogido muestras de material del intestino delgado, que corresponde al segmento duodenal, para llevar a cabo las mediciones de la altura de las vellosidades y profundidad de la cripta. No se ha verificado efectos sobre la altura de las vellosidades y la profundidad de la cripta en los animales tratados con aceites esenciales ( $P > 0,05$ ). En las condiciones en que se han realizado el experimento, se puede concluir que los aceites esenciales no alteraron la altura de las vellosidades y la profundidad de la cripta del duodeno.

**PALABRAS CLAVE:** Altura de las vellosidades. Intestino delgado. Morfometría. Profundidad de cripta.

## Introdução

A avicultura é um dos setores mais organizados do agronegócio brasileiro o qual apresentou um expressivo crescimento nos últimos anos, principalmente na produção e exportação de carne de frangos, ocupando a terceira e a primeira posição mundial, respectivamente (MENDES, 2010), além de sua importância social como principal atividade econômica nos estados do sul e sudeste (UBABEF, 2015).

Essa produtividade e os bons índices zootécnicos se deram em parte ao uso de antibióticos com o objetivo de promover o crescimento, auxiliar na prevenção de doenças e atividade curativa a eles associadas (NUNES, 1998).

A garantia da inocuidade dos alimentos quanto à presença de resíduos é controlada pelo Plano Nacional de Controle de Resíduos (PNCR) que está direcionado para se conhecer e evitar a violação dos níveis de segurança ou dos Limites Máximos de Resíduos (LMRs) de substâncias autorizadas (BRASIL, 1999).

Dessa forma cada vez mais fazem-se necessárias pesquisas sobre o uso de aditivos alternativos, devido às atuais restrições do uso de antimicrobianos como melhoradores de desempenho, em função do risco de transmissão de resistência bacteriana cruzada e permanência de resíduos de antibióticos. As principais alternativas que têm sido pesquisadas incluem os extratos vegetais (MILTEMBERG, 2000; JEAUROUND, 2002), com base em seu mecanismo de ação potencial, sendo que os óleos essenciais (fitoterápicos) podem ser o tipo mais relevante de aditivos para desenvolver uma estratégia de alimentação isenta de antibióticos (MENTEN, 2002; LANGHOUT, 2005).

A colonização da microbiota do Trato Gastrointestinal (TGI) pode ser de origem patogênica e benéfica desempenhando funções específicas. A população patogênica é responsável por infecção, necrose intestinal, produção de toxinas e redução da digestão e absorção de nutrientes. A população benéfica atua na produção de vitaminas, na estimulação do sistema imune, inibição de bactérias patogênicas, redução da produção de gases e melhora da digestão e absorção de nutrientes (JEURISSEN et al., 2002).

A presença de nutrientes no lúmen intestinal apresenta promoção da saúde intestinal, desempenho, prevenção ou controle de doenças intestinais e o bem-estar animal, traduzidos pela altura dos vilos, número de células em mitose e extrusão (MACARI et al., 2008), ou seja, maior eficiência

nos processos de digestão e absorção de nutrientes, com redução na colonização por bactérias patogênicas capazes de danificar a mucosa, devido à sua aderência ao epitélio intestinal e à produção de compostos tóxicos, como amônia (OLIVEIRA; MORAES, 2007). Também estimulam o desenvolvimento de bactérias benéficas o que resulta em menor incidência de infecções e melhor integridade da mucosa intestinal (TUCCI, 2003).

Segundo Furlan et al. (2004), a proliferação de agentes patogênicos provoca espessamento da parede intestinal, redução das vilosidades e, conseqüentemente, diminuição da absorção de nutrientes, o que resulta em queda no desempenho dos animais.

O uso de micro-organismos probiótico, substâncias antibióticas e óleos essenciais no TGI apresenta melhorias no desempenho e, conseqüentemente na eficiência energética no intestino (BRADLEY et al., 1994; PELICANO et al., 2003). As principais alternativas que têm sido pesquisadas incluem os extratos vegetais (MILTEMBERG, 2000; JEAUROUND, 2002). Com base em seu mecanismo de ação potencial, os óleos essenciais podem ser o tipo mais relevante de aditivos para desenvolver uma alimentação isenta de antibióticos (MENTEN, 2002; LANGHOUT, 2005).

Os óleos essenciais têm sido considerados fontes em potencial de substâncias biologicamente ativas, porém sua utilização na saúde animal ainda é uma novidade que desperta o interesse de pesquisadores (KELSEY et al., 1984).

A característica principal dos óleos essenciais é atuar na célula bacteriana impedindo seu crescimento e multiplicação. Agem em micro-organismos que emitem fimbrias, e são capazes de induzir a inibição do crescimento fúngico por interferência na transferência de elétrons nas células, no metabolismo e divisão celular e na inibição das enzimas de síntese da parede celular (WANG, 2005).

Os óleos essenciais também têm ação protetora ao meio ambiente, com diminuição do impacto ambiental pelo fato de serem naturais e biodegradáveis (FIGUEIREDO et al., 2008).

Por terem potencial antimicrobiano significativo, óleos essenciais extraídos de orégano, tomillo, canela, entre outros (JEAUROUND et al., 2002; BURT, 2004; KALEMBA; KUNICKA, 2003), têm sido avaliados como substitutos aos usuais melhoradores de desempenho, visto que a utilização de antibióticos, usados como aditivos na alimentação animal, foram proibidos na Europa em 1999, pois poderiam

estimular a resistência cruzada com patógenos humanos (LAVAL, 1999; BOERLIN et al., 2001).

Determinadas misturas de óleos essenciais são compostas por grupamentos fenólicos, tais como timol, eugenol, piperina, cresol e ácido benzóico (LEE et al., 2004) que são os principais responsáveis pelas propriedades antimicrobianas (COSENTINO et al., 1999).

Neste contexto, com base em novos conceitos de segurança alimentar, produtos alternativos aos melhoradores de desempenho estão sendo pesquisados e desenvolvidos, visando o máximo do desempenho animal (MILTENBURG, 2000).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar se a inclusão dos óleos essenciais pode alterar a morfometria da mucosa do duodeno de frangos de corte aos sete dias de idade.

## Material e Métodos

Este estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório (SBCAL/COBEA) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Experimentação Animal (CEPEEA/Unipar), sob protocolo n°. 24243/2012.

## Local do Experimento

O experimento foi realizado em aviários de uma integradora de frangos de corte na região de Umuarama – PR. Foram utilizados oito aviários de 2100 m<sup>2</sup>, sendo quatro aviários tratados com óleos essenciais na água de bebida e quatro aviários controle. Em cada aviário, foram alojadas aproximadamente 23.000 aves.

## Tratamentos e Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos em dois grupos, tratamento com e sem óleos essenciais, e em quatro repetições (R) por tratamento. Grupo sem óleos essenciais - R<sub>1</sub> = 23.000 aves, R<sub>2</sub> = 23.500, R<sub>3</sub> = 19.700 e R<sub>4</sub> = 27.000 e o grupo com óleos essenciais - R<sub>1</sub> = 23.500, R<sub>2</sub> = 23.500, R<sub>3</sub> = 19.600 e R<sub>4</sub> = 27.287

O óleo essencial utilizado foi oriundo da extração de orégano, alho, limão, alecrim, timo, eucalipto e laranja doce, e adicionado na água de bebida na dosagem de 300 mL para 500 L.

## Eutanásia e coleta de amostras

Após sete dias, 40 pintos de corte da linhagem *Cobb* foram selecionados aleatoriamente para colheita do duodeno.

Os animais foram pré-anestesiados com xilazina 4mg/Kg (IM) e eutanasiados com solução de tiopental 25 mg/Kg (IV) em seguida realizou-se laparotomia exploratória, identificação do intestino e o duodeno de cada ave foi retirado, mensurado, lavado em solução salina 0,9%.

## Análise morfométrica da parede intestinal

Um anel de três centímetros do duodeno proximal foi fixado em solução Bouin, por um período mínimo de 24 horas, após este período foi transferido para o álcool 70% para retirada do fixador. Na sequência seguiram para os tratamentos histológicos de rotina, com desidratado em série crescente de álcool etílico, diafanizadas em xilol e incluído em parafina para obtenção dos cortes transversais semi-seriados de 4µm, que foram corados pela técnica da Hematoxilina e Eosina (HE), para medir a altura dos vilos e a profundidade das criptas. Foram realizadas 50 medidas, distribuídas uniformemente em toda a circunferência intestinal de cada ave. O programa utilizado para a medição das imagens foi o Image-Pro Plus<sup>7</sup>.

## Análise estatística

Para análise estatística primeiramente verificou-se a normalidade dos dados. Como os mesmos apresentaram distribuição normal e homocedasticidade de variância, os dados foram comparados pelo teste T de *Student* ao nível de 5% de significância utilizando-se o programa estatístico *BioEstat 5.0* (AYRES et al., 2007).

## Resultados e Discussão

Os resultados referentes à morfologia intestinal estão expressos na Tabela 1. Não foi possível observar efeito positivo dos óleos essenciais sobre quaisquer parâmetros morfológicos avaliados no duodeno aos sete dias de idade das aves.

De acordo com Macari et al. (2008), a capacidade absorptiva do intestino é proporcional ao número de vilosidades ali presentes. A manutenção do tamanho dos vilos garante a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal (PELICANO et al., 2003), sendo corroborada esta afirmativa ao ser observado a manutenção do peso médio dos animais nos dois grupos.

**Tabela 1:** Média ± erro padrão da altura de vilos e profundidade de cripta de pintainhos de corte recebendo dietas suplementadas ou não com óleos essenciais. Média do peso corporal aos sete dias de idade.

Tratamentos	Altura de vilos (µm)	Profundidade de cripta (µm)	Peso médio (g)
Com óleo essencial	1053,58±28,84	112,67±14,12	167,50
Sem óleo essencial	1056,03±40,89	104,49±4,45	170,50
Valor de P	0,9614	0,6531	0,6941

<sup>7</sup>Media Cybernetics, EUA.

De acordo com Nunes et al. (2009) os resultados referente à morfologia intestinal no duodeno não evidenciaram efeito positivo dos aditivos alternativos (prebiótico e probiótico) em relação ao grupo controle, sendo que a altura do vilão e a profundidade da cripta encontrada são superiores a do presente trabalho.

Lopes et al. (2011), não observaram efeito da inclusão de levedura sob nível de inclusão de 0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0% em nenhum dos parâmetros avaliados em pintos de oito dias. A altura do vilão e a profundidade da cripta encontradas por Nunes et al. (2009) e Lopes et al. (2011) não se equiparam com os resultados obtidos, visto que as análises por eles realizadas foram experimentais e não a campo, e isso pode ter influenciado nos resultados dos experimentos.

Segundo Macari e Maiorka (2000), os processos de absorção são dependentes de mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal. O desenvolvimento da mucosa é estimulado por agentes tróficos, ou seja, aqueles que estimulam o processo mitótico na região cripta-vilão, como consequência há o aumento do número de células e no tamanho do vilão. Entretanto, alguns autores, não têm encontrado diferenças significativas a respeito dos parâmetros morfológicos, como cita Fukaiama et al. (2005), que não observou diferenças no desempenho e na morfometria intestinal de frangos alimentados com diferentes concentrações de extrato de orégano. Esses resultados corroboram com os encontrados no presente trabalho.

Silva et al. (2010), avaliaram o efeito da suplementação do óleo de aroeira-vermelha sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte e também não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) para a espessura da túnica muscular, profundidade das criptas de *Lieberkühn* e relação vilão-cripta.

De maneira similar, Jamroz et al. (2006), não observaram influência dos extratos de carvacrol, cinamaldeído e capsaicina no desempenho zootécnico de frangos de corte, porém observaram aumento na produção de muco em próventrículo e no jejuno destes animais.

Igualmente, Zhang et al. (2005), verificaram que o uso de uma mistura comercial de óleos essenciais de orégano, cinamaldeído, timol e capsaicina também não mostraram benefícios no desempenho zootécnico de frangos de corte, não interferindo em sua capacidade de absorção intestinal.

De acordo com Langhout (2005), os óleos essenciais melhoram o desempenho dos animais por meio do aumento da palatabilidade da ração, do estímulo à secreção de enzimas endógenas, da modulação da microbiota intestinal e da redução de infecções subclínicas.

No entanto, cabe salientar que existem diferentes óleos essenciais, com diferentes composições e segundo Faleiro et al. (2002), a composição dos óleos essenciais é afetada não somente por fatores ligados a sua origem, mas também a fatores ambientais e genéticos. Assim um óleo essencial extraído de plantas diferentes, mas de uma mesma espécie, pode apresentar diferentes graus de suas propriedades (DORMAN; DEANS, 2000), o que justifica diferenças nos resultados de desempenho e morfometria intestinal.

Sendo assim, os resultados da literatura indicam que os diferentes efeitos obtidos com o uso dos óleos essenciais dependem da dose e do tipo de óleo utilizado.

Além disso, Pickler et al. (2011), enfatizam que de-

vido aos diferentes mecanismos de ação dos óleos essenciais, os mesmos necessitam de maior tempo para demonstrar seus efeitos, tanto como melhoradores de desempenho como também como controladores da microbiota intestinal, o que pode justificar os resultados encontrados no presente trabalho, já que a avaliação foi feita após um período de sete dias de tratamento.

## Conclusão

Nas condições em que o experimento foi realizado, conclui-se que a utilização de óleos essenciais extraídos de alho, limão, alecrim, timo, eucalipto e laranja doce não provocam alterações significativas na altura de vilão e profundidade de cripta de frangos de corte aos sete dias de idade. É de suma importância maiores estudos dos óleos essenciais com a finalidade de melhor dose-resposta, eficácia no desempenho do animal e possíveis desafios sanitários de forma que uma formulação de óleo essencial seja uma alternativa na substituição dos melhoradores de desempenho.

## Referências

AYRES, M. et al. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2007. p. 364.

BOERLIN, P. et al. Antimicrobial growth promoter ban and resistance to macrolides and vancomycin in enterococci from pigs. **Journal Clinical Microbiology**, v. 39, p. 4193-4195, 2001.

BRASIL. **Instrução Normativa SDA/MAA 42/1999. Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal (PNCRC/Animal)**. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/CRC/IN%2042-1999.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/CRC/IN%2042-1999.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2015.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 223-253, 2004.

COSENTINO, S. et al. In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian essential oils. **Letters in Applied Microbiology**, v. 29, p. 130-135, 1999.

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal Applied Microbiology**, v. 88, p. 308-316, 2000.

FALEIRO, M. L. et al. Antimicrobial activity of essential oils isolated from portuguese endemics species of *Thymus*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 36, p. 35-40, 2002.

FIGUEIREDO, A. C. et al. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 23, n. 4, p. 213-26, 2008.

FUKAYAMA, E. H. **Extrato de orégano como aditivo em**

- rações de frangos de corte.** 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- JAMROZ, D. et al. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chickens. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 90, p. 255-268, 2006.
- 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.
- JEURISSEN, S. H. M. et al. Parameters and techniques to determine intestinal health of poultry as constituted by immunity, integrity, and functionality. **Horizon Scientific Press**, v. 3, p.1-14, 2002.
- KALEMBA, D.; KUNICKA, A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. **Current Medicinal Chemistry**, v. 10, p. 813-829, 2003.
- KELSEY, R. G. et al. **Biology and chemistry of plant trichomes.** Plenum Press, 1984.
- LANGHOUT, P. Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: a visão da indústria e recentes avanços. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 22., 2005, Santos. **Anais...**Santos, 2005. p. 21-33.
- LAVAL, A. Use of antibiotics in swine production: advantages and limits. The problem of antibiotic resistance. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p.119-130.
- LEE, K. W. et al. Dietary carvacrol lowers body weight gain but weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. **Poultry Science**, v. 12, p. 394, 399, 2003.
- LOPES, C. C. et al. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 33-40, 2011.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** Jaboticabal: Funep, 1994. 296 p.
- MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrintestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 17., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, Fundação Avícola de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2000. v. 2, p. 161-174.
- MENDES, A. A. Avicultura brasileira: avanços, gargalos e desafios. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 27., 2010, Santos. **Anais...** Santos, 2010. p. 123-138.
- MENTEN, J. F. M. Próbóticos, prébióticos e aditivos fitogênicos na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, Colégio Brasileiro de nutrição animal, 2002. p. 251-276.
- MILTEMBERG, G. Extratos herbais como substitutos de antimicrobianos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, 2000. p. 87-100.
- NUNES, A. D. et al. Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte alimentados com rações contendo aditivos alternativos e antimicrobianos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n. 6, p. 500-506, 2009.
- NUNES, I. J. **Nutrição animal básica.** Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998. 388 p.
- OLIVEIRA, M. C.; MORAES, V. M. B. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 339- 357, 2007.
- PELICANO, E. R. L. et al. Effect of different probiotics on broiler carcass and meat quality. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, p. 207-214, 2003.
- PICKLER, L.; SANTIN, E.; SILVA, A. V. F. Alternativas aos antibióticos para equilibrar a microbiota gastrointestinal de frangos. **Archives of Veterinary Science**, v. 16, n. 3, p. 1-13, 2011.
- SILVA, M. A. et al. Uso de óleo de aroeira vermelha sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2151-2156, 2010.
- UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual Ubabef 2013.** Disponível em: <[http://www.ubabef.com.br/a\\_avicultura\\_brasileira/historia\\_da\\_avicultura\\_no\\_brasil](http://www.ubabef.com.br/a_avicultura_brasileira/historia_da_avicultura_no_brasil)>. Acesso em: 03 mar. 2015.
- WANG, Z. et al. Effects of supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, v. 84, p. 875-881, 2005.
- ZHANG, Y. et al. Experimental observation of the quantum Hall effect and Berry's phase in graphene. **Nature**, v. 438, p. 201-204, 2005.

Recebido em: 06.03.2015  
Aceito em: 05. 07.2015