

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS
DE FRANGOS DE CORTE**

VITOR BARBOSA FASCINA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área de Concentração Nutrição e Produção Animal.

BOTUCATU – SP

Junho – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS
DE FRANGOS DE CORTE**

VITOR BARBOSA FASCINA

Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO SARTORI

Co-Orientadora: Profa. Dra. ELISABETH GONZALES

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área de Concentração Nutrição e Produção Animal.

BOTUCATU – SP

Junho – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F248a Fascina, Vitor Barbosa, 1979-
Aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em dietas de frangos de corte / Vitor Barbosa Fascina. - Botucatu : [s.n.], 2011
xv, 157 f. : gráfs., tabs

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2011

Orientador: José Roberto Sartori
Co-orientador: Elisabeth Gonzales
Inclui bibliografia

1. Acidificantes. 2. Aditivos. 3. Antibióticos.
4. Extratos vegetais. 5. Desafio sanitário.
6. Metabolismo. I. Sartori, José Roberto. II. Gonzáles, Elisabeth. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

“O único homem que não erra é aquele que não faz nada”

(Roosevelt)

Ao meu pai Gilberto Fascina (“*in memoriam*”) que tanto me apoiou, incentivou, sonhou e me fortaleceu para que mais esta etapa fosse concretizada. Fica contigo meu pai o meu eterno amor e minha gratidão.

DEDICO

Ao meu irmão Anselmo Barbosa Fascina, Maria das Graças M. O. Fascina, minha avó Maria e minha tia Conceição pelo apoio incondicional e compreensão de minha ausência durante este período.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientado Prof. Dr. José Roberto Sartori pelos ensinamentos, confiança depositada, apoio nos momentos mais difíceis e amizade sincera.

A minha co-orientadora Profa. Dra. Elisabeth Gonzales pelo voto de confiança e colaboração imprescindível para minha formação.

A DEUS e Nsa. Aparecida por fortalecer meu coração nos momentos de franqueza e por continuar guiando meus passos.

Meus sinceros e eternos agradecimentos

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Coordenadoria de Apoio a Pesquisa e Ensino Superior (CAPES), pela concessão das bolsas de estudo.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP campus de Botucatu, pela oportunidade e de realização e apoio durante todo o curso de Doutorado.

Aos professores Margarida Maria Barros, Luiz Edvaldo Pezzato e Antonio Celso Pezzato pelos ensinamentos, amizade e grande apoio durante todo este período.

Aos professores do Programa de Pós-graduação que se dedicaram em transmitir seus conhecimentos e experiências para o meu crescimento.

Aos servidores da seção de Pós-graduação em Zootecnia Seila Cristina Cassineli, Carlos Pazani Jr. E Danilo Juarez Teodoro Dias, pela atenção, auxílios e amizade.

Aos funcionários da Fábrica de Ração da FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu pela colaboração nas confecções das rações experimentais sempre com muita alegria.

Aos funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ/UNESP-Botucatu, Carlão, Silene, Magali, Dona Ana pela alegria e apoio.

A empresa Korin Agropecuária Ltda. pela oportunidade de trabalho em conjunto e auxílio nos experimentos, em especial ao Msc. Luis Carlos Demattê Filho, gerente industrial. Ao Gilson, chefe da fábrica de rações, pela ajuda sempre importante e amizade diária.

As empresas M. Cassab Comércio e Indústria Ltda representante da Phytosynthése no Brasil e Nutriacid pelo fornecimento de produtos para execução dos experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição de Aves, Arlindo Braga pela alegria e colaboração nos experimentos e Vanderlei Thiago da Silva (*Tiagão*) por sua dedicação e profissionalismo, pela grande amizade sempre com palavras de conforto nas situações mais adversas passada nesta caminhada. Além, das pescarias que renderam histórias inesquecíveis.

A minha amiga “irmã” Fabyola Barros de Carvalho, sempre presente nos piores e melhores momentos desta trajetória, com sua alegria e tranquilidade nos incontáveis dias de trabalho sem medir esforços para que nossos objetivos fossem alcançados. A você minha amiga meu eterno obrigado.

Ao amigo Gustavo do Valle Polycarpo, imprescindível na execução dos experimentos desde sua época de estagiário da Korin até hoje como pós-graduando deste programa. Obrigado amigo, pelos dias extremamente alegres de trabalho e histórias inesquecíveis.

Aos amigos de Pós-graduação integrantes do Laboratório de Nutrição de Aves. Ana Cristina Stradiotti, Carolina Carvalho de Miranda, Francine Vercese, Juliana Spanguero, Luciene Aparecida Madeira, Mariana Maruno, Priscila Cavalca Araújo, Thaila Cristina Putarov e Vanessa Cristina Pelícia pela amizade e colaboração de extrema importância para a execução dos experimentos.

Aos estagiários do Laboratório de Nutrição de Aves pelo auxílio na execução dos experimentos, Andréia (*Pedigree*), Cláudia Sassamoto (*Margurada*), Henrique Vieira (*Japa Mala*), Monica Megumi, Renata Dolazza (*Misskose*), Renata Sena (*Ingrata*), Roberta Krem (*Cheiver*) e Tereza (*Novilha*).

Aos bolsistas de iniciação científica e amigos, Everton Moreno Muro (*Calvina*), Ivan Mailinch Gonçalves Pereira de Souza (*Dhalsin*), Luciano Aparecido Pereira (*Senhorito*) e Pedro Gibim Castelo (*Simon*) pelo grande profissionalismo demonstrado, dedicação e amizade sincera. Valeu “*Galera do Fire*”.

As amigas de pós-graduação Daniella Aparecida Berto, Estela Valéria Siloto e Elisane Mibradt pela grande colaboração nos experimentos sempre com sorrisos e bom humor, além da amizade.

Aos meus amigos, Ademir Calvo Fernandes Junior (*Xuxa*), Ana Beatriz Faitarone (*Gansa*), Andréia Soares (*Dezza*), Cauê Surge, Érica Regina Sernagiotto, Felipe Cintra, Fernando Nakagome, Igo Gomes Guimarães, João Fernando Albers Koch, Lúcio Vilela Carneiro Girão, Marcos Paulo Benedetti (*Baguá*), Mariela Akie Okino Mituo, Pedro Pucci (*Revoltado*), Renan Mattos Botelho, Rosangela do Nascimento Fernandes (*Soli*), pela alegre convivência e preciosa amizade.

Aos meus queridos amigos de Mato Grosso do Sul que sempre estiveram ao meu lado apoiando e incentivando, apesar da grande distância.

Aos meus estimados cães Bud e Freud que sempre me alegravam nos dias tristes.

A minha namorada, companheira e incentivadora Caroline Pelegrina Teixeira pelo apoio, paciência em meus momentos de estresse (que não foram poucos), pelo carinho, colaboração nos experimentos e por caminhar ao meu lado por toda esta caminhada. Obrigado minha Linda. Te amo!

E a todos colegas e amigos que a memória me traiu neste momento de emoção.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II.....	51
METABOLIZABILIDADE DE NUTRIENTES DA DIETA, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS.	52
Figura 1. Temperatura de globo negro (GN), bulbo seco (BS), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) em galpão de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos.....	60
CAPÍTULO III.....	81
EFEITO DOS ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS SOBRE O DESEMPENHO E SAÚDE DE FRANGOS DE CORTE	82
Figura 1. Temperatura de globo negro (GN), bulbo seco (BS), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) em galpão de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos.....	90

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1. REVISÃO DE LITERATURA	3
Tabela 1. Principais componentes de plantas (princípio ativo) e suas propriedades medicinais.....	8
Tabela 2. Efeito dos aditivos fitogênicos sobre o desempenho de frangos de corte... 18	18
Tabela 3. Propriedades físicas de alguns ácidos orgânicos de interesse na avicultura.....	25
Tabela 4. Efeito dos ácidos orgânicos sobre o desempenho de frangos de corte.	29
CAPÍTULO II.....	51
METABOLIZABILIDADE DE NUTRIENTES DA DIETA, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS.	52
Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais das dietas basais.	57
Tabela 2. Programa de inclusão dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos nas diferentes fases de criação de frangos de corte.	60
Tabela 3. Metabolizabilidade dos nutrientes de dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) para frangos de corte no período de 11 a 21 dias de idade.	66
Tabela 4. Metabolizabilidade dos nutrientes de dietas contendo aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos para frangos de corte no período de 25 a 35 dias de idade.....	67
Tabela 5. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 7 dias de idade.....	68
Tabela 6. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 14 dias de idade....	69
Tabela 7. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos aos 21 dias de idade.....	71
Tabela 8. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos aos 42 dias de idade.....	72

Tabela 9. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 42 dias de idade.	74
CAPÍTULO III.....	81
EFEITO DOS ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS SOBRE O DESEMPENHO E SAÚDE DE FRANGOS DE CORTE	82
Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais.....	87
Tabela 2. Programa de inclusão dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos nas diferentes fases de criação de frangos de corte.	88
Tabela 3. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 21 dias de idade.	92
Tabela 4. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 42 dias de idade.	93
Tabela 5. Peso relativo de órgãos do sistema digestório de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 7, 14 e 21 dias de idade.	96
Tabela 6. Comprimento de intestinos de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 7, 14 e 21 dias de idade.....	98
Tabela 7. Peso relativo de órgãos do sistema imune de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 7, 14 e 21 dias de idade.	100
Tabela 8. Peso relativo de órgãos de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 28, 35 e 42 dias de idade.	103
Tabela 9. Comprimento de intestinos de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos aos 28, 35 e 42 dias de idade.	106

Tabela 10. Peso relativo de órgãos do sistema imune de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 28, 35 e 42 dias de idade.	108
Tabela 11. Valores de pH do jejuno de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO).	110
Tabela 12. Altura de vilosidade (AV) e profundidade de cripta (PC) dos segmentos do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos sete dias de idade.	111
Tabela 13. Altura de vilosidade (AV) e profundidade de cripta (PC) dos segmentos do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 14 dias de idade.	113
Tabela 14. Altura de vilosidade (AV) e profundidade de cripta (PC) dos segmentos do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 21 dias de idade.	114
Tabela 15. Porcentagem da região cortical da Bursa de Fabrícus de frangos de corte alimentados com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho.	115
Tabela 16. Valores de HI (expressos em \log_2) vacinados contra o vírus da Doença de NewCastle de frangos de corte alimentados com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho.	117
Tabela 17. Valores de títulos de anticorpos de frangos de corte vacinados contra o vírus da Doença de NewCastle, expresso em médias geométricas (GMT) e alimentados com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em substituição ao antibiótico melhorador de desempenho em diferentes idades de avaliação.	118
Tabela 18. Valores de espécies reativos ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) no intestino de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 21 e 42 dias de idade..	120
CAPÍTULO IV	129

ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM <i>Eimeria acervulina</i> , <i>Eimeria maxima</i> E <i>Eimeria tenella</i>	130
Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais.....	135
Tabela 2. Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre a excreção de oocistos por grama de excretas (OPG) de eimérias em frangos de corte infectados experimentalmente com <i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> e <i>E. tenella</i> aos 4, 5, 6 e 7 dias após inoculação.	137
Tabela 3. Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre o escore de lesão de <i>E. acervulina</i> em frangos de corte infectados experimentalmente aos 4, 5, 6, 7 e 14 dias após inoculação.	138
Tabela 4. Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre o escore de lesão de <i>E. maxima</i> em frangos de corte infectados experimentalmente aos 4, 5, 6, 7 e 14 dias após inoculação.	140
Tabela 5. Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre o escore de lesão de <i>E. tenella</i> em frangos de corte infectados experimentalmente aos 4, 5, 6, 7 e 14 dias após inoculação.	141

LISTA DE ABREVIATURAS

AF	Aditivos Fitogênicos
AMD	Antibiótico melhorador de desempenho
AO	Ácidos Orgânicos
atm	atmosferas
BN	Balanço de nitrogênio em gramas
CA	Conversão alimentar
CBM	Concentração bacteriana mínima
CIM	Concentração inibitória mínima
CMEB	Coefficiente de metabolizabilidade da energia bruta
CMEE	Coefficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo
CMMS	Coefficiente de metabolizabilidade da matéria seca
CMN	Coefficiente de metabolizabilidade do nitrogênio
CR	Consumo de ração
EMA	Energia metabolizável aparente
EMAn	Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio
Eros	Espécies reativas ao oxigênio
EV	Extrato(s) Vegetal(s)
FEP	Fator de produção
FPM	Flavanóides polimetoxilados
GP	Ganho de peso
HI	Inibição da hemaglutinação
IgA	Imunoglobulina A
IgG	Imunoglobulina G
Ka	Constante de acidez
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
LPS	Lipossacarídeos
OE	Óleo(s) Essencial(s)
PC	Peso corporal
TBARS	Espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico
VB	Viabilidade

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1.1. Microbiota do trato gastrointestinal das aves	3
1.2. Aditivos fitogênicos (óleos essenciais e extratos vegetais)	5
1.2.1. Atividade antibacteriana.....	9
1.2.2. Mecanismo de ação antibacteriano	9
1.2.3. Atividade antifúngica	11
1.2.4. Atividade antioxidante	12
1.2.5. Efeito dos aditivos fitogênicos sobre a metabolizabilidade	16
1.2.6. Efeito dos aditivos fitogênicos sobre o desempenho	17
1.2.7. Efeito dos aditivos fitogênicos em aves infectadas por <i>Eimeria</i> spp.....	20
1.2.8. Efeito dos aditivos fitogênicos sobre a saúde de frangos de corte.....	21
1.3. Ácidos Orgânicos.....	22
1.3.1. Definição	22
1.3.2. Modo de ação	23
1.3.3. Descrição e características dos ácidos orgânicos	24
1.3.3.1. Ácido láctico	25
1.3.3.2. Ácido benzóico.....	25
1.3.3.3. Ácido fórmico	26
1.3.3.4. Ácido cítrico.....	26
1.3.3.5. Ácido acético.....	26
1.3.4. Ácidos orgânicos e metabolizabilidade de nutrientes	27
1.3.5. Ácidos orgânicos e desempenho de frangos de corte.....	28
1.3.6. Ácidos orgânicos na saúde de frangos de corte	31
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	32
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
CAPÍTULO II.....	51

METABOLIZABILIDADE DE NUTRIENTES DA DIETA, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS.....	52
RESUMO.....	52
ABSTRACT.....	53
INTRODUÇÃO.....	54
MATERIAL E MÉTODOS.....	55
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS.....	76
CAPÍTULO III.....	81
EFEITO DOS ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS SOBRE O DESEMPENHO E SAÚDE DE FRANGOS DE CORTE.....	82
RESUMO.....	82
ABSTRACT.....	83
INTRODUÇÃO.....	84
MATERIAL E MÉTODOS.....	85
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
CONCLUSÃO.....	121
REFERÊNCIAS.....	121
CAPÍTULO IV.....	129
ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM <i>Eimeria acervulina</i> , <i>Eimeria maxima</i> E <i>Eimeria tenella</i>	130
RESUMO.....	130
ABSTRACT.....	131
INTRODUÇÃO.....	132
MATERIAL E MÉTODOS.....	133
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	136
CONCLUSÃO.....	142
REFERÊNCIAS.....	142
CAPÍTULO V.....	146

IMPLICAÇÕES.....	147
APÊNDICE.....	149

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avicultura brasileira, nos últimos anos, vem apresentando avanços significativos na produção de frangos de corte, em função do aperfeiçoamento de técnicas de manejo, melhoria no controle sanitário, na ambiência das instalações, no melhoramento genético, na nutrição e na alimentação. Em virtude destes aspectos positivos associados ao aumento do consumo de carne de aves houve a necessidade de aumento na produção, o que proporcionou ao Brasil a primeira posição em exportações mundiais de carne de frango. Entretanto, com a seleção de aves mais precoces e aumento das densidades de alojamento, visando maior produção para atender a demanda mundial de carne de frango juntamente com a redução dos custos de produção, tem sido observada aumento nos problemas sanitários (gastrintestinais e respiratórios) e condenações de abatedouros, refletindo na utilização de antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) e anticoccidianos nas mesmas unidades produtoras de frangos.

Contudo, os mercados consumidores internacionais, principalmente a União Européia têm banido a utilização dos AMD na produção avícola, alegando riscos para a saúde humana pela presença de resíduos que deixam na carne e ovos, por possível indução à resistência cruzada em bactérias patógenas aos humanos. Collingnon (1999) sugeriu que a resistência de *Enterococcus* spp à vancomicina está associada ao uso de avoparcina como promotor de crescimento em animais de produção. Portanto, a União Européia iniciou a proibição dos AMDs como a avoparcina em 1997, em 1998 proibiu a utilização de bacitracina de zinco, espiramicina, tilosina e virginamicina (MENDES, 2005) e, a partir de janeiro de 2006, não permite a utilização de AMD.

Visando a busca de alternativas à proibição dos AMDs, várias pesquisas têm demonstrado que probióticos (BORATTO et al., 2004; SANTOS et al., 2005), prebióticos (SANTOS et al., 2005; FLEMMING et al., 2004), ácidos orgânicos (MAIORKA et al., 2004; VIOLA & VIEIRA, 2007), extratos vegetais (EV) (HERNÁNDEZ et al., 2004; FUKAYAMA et al., 2005) e óleos essenciais (OE) (GIANNENAS et al., 2003; TOLEDO et al., 2007) apresentaram resultados semelhantes aos AMD. Estudos têm demonstrado que OE e EV proporcionaram às aves melhora na microflora intestinal, aumento na metabolizabilidade e absorção de nutrientes pelo estímulo da atividade enzimática, melhora da resposta imune e

modificações morfo-histológicas do trato gastrintestinal (BRUGALLI, 2003), sendo, portanto boa alternativa para substituição dos antimicrobianos utilizados atualmente.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Microbiota do trato gastrointestinal das aves

A microbiota intestinal é de grande importância, uma vez que aumenta a resistência da ave a patógenos intestinais e contribui para maior absorção de nutrientes no intestino delgado. Antes da eclosão, o trato gastrintestinal das aves apresenta-se com pequena quantidade de bactérias da microbiota (FULLER, 1992). Após a eclosão, o trato é rapidamente colonizado por microorganismos anaeróbios facultativos, particularmente coliformes e *Streptococcus* spp. Nos primeiros sete dias de vida, o trato gastrintestinal apresenta desenvolvimento alométrico cinco vezes maior que o resto do corpo com aumento do comprimento das microvilosidades e do número de enterócitos, evidenciando assim forte correlação entre o crescimento do trato gastrintestinal e a taxa de crescimento da ave (NITSAN et al., 1991).

O papo, originado da distensão da parede ventral do esôfago, é responsável pelo armazenamento de alimento e início da proliferação microbiana, e esta é influenciada pelo tempo de permanência do alimento. Os principais microorganismos encontrados neste órgão são os *Lactobacillus* spp, que formam camadas de células aderidas à superfície epitelial impedindo a proliferação de bactérias patogênicas (DIONÍZIO, 2007). Os lactobacilos produzem ácido lático deixando o pH entre 4,47 a 4,54 controlando assim o número de bactérias patogênicas afetando, inclusive, a população do intestino delgado.

O proventrículo secreta pepsina e ácido clorídrico que diminui ainda mais o pH (4,33 a 4,51), contribuindo com a redução da população bacteriana indesejável (GABRIEL et al., 2006). O estômago muscular das aves, denominado de moela, é local de digestão proteica e pela ação mecânica da moagem ajuda a aumentar a área de superfície das partículas do alimento ingerido. Na moela o pH diminui para 2,46 a 2,79.

A principal função do intestino delgado é a digestão enzimática. De acordo com Gabriel et al. (2006) no duodeno, assim como na moela, o desenvolvimento microbiano

é relativamente pequeno devido à presença de enzimas digestivas, a alta pressão relativa de oxigênio, a presença de grandes concentrações de componentes antimicrobianos como os sais biliares, ao pH (entre cinco a seis) e aos movimentos antiperistálticos do intestino que resultam em rápidas mudanças das condições ambientais. Esta porção é colonizada por bactérias aeróbicas.

No íleo as condições são mais favoráveis ao desenvolvimento bacteriano, uma vez que há diminuição da pressão de oxigênio e da concentração de sais biliares, predominando as bactérias anaeróbicas facultativas. No ceco a facilidade de proliferação bacteriana é alta, podendo ser encontrada grande concentração de microrganismos anaeróbicos estritos ou facultativos, como observado por Apajalathi et al. (2004), que encontraram concentrações de 10^{11} bactérias/g de conteúdo, constituídas de 640 espécies de bactérias.

O ecossistema intestinal possui comunidades com grande diversidade de bactérias que influenciam o hospedeiro (RUTZ et al., 2006). A microbiota intestinal proporciona efeitos benéficos tais como: promove a maturação e integridade intestinal, ação antagônica contra patógenos pela exclusão competitiva e atuação na imunomodulação (LAN et al., 2005). Além disso, a regulação da fisiológica da microbiota se torna importante devido à prevenção dos efeitos patológicos de bactérias indesejáveis.

Os fatores responsáveis pela regulação da microflora intestinal segundo Dionízio (2007) são: as secreções normais de ácido clorídrico, que causam destruição dos microrganismos, prevenindo a colonização no trato digestivo posterior; o peristaltismo intestinal impedindo que os microrganismos multipliquem em determinadas regiões do trato gastrointestinal; a camada de células e mucopolissacarídeos e imunoglobulinas, denominada de barreira mucosa, que impede invasão e aderência das bactérias patogênicas na parede intestinal; a presença de imunoglobulina A (IgA) responsável pela eliminação de patógenos específicos; a influência da dieta na colonização de bactérias intestinais; os agentes antibacterianos de origem endógena como os ácidos biliares que possuem capacidade de inibir crescimento bacteriano e, os agentes exógenos como os AMD e demais aditivos alternativos.

1.2. Aditivos fitogênicos (óleos essenciais e extratos vegetais)

A utilização de plantas medicinais vem sendo difundida por vários séculos, apresentando descrições de sua utilização durante a construção das Pirâmides do Egito, onde cebolas eram administradas aos trabalhadores como ervas medicinais, objetivando a melhora da saúde. Na China, os primeiros indícios do uso de plantas medicinais são de 3.000 a C, sendo que o primeiro livro sobre plantas medicinais foi escrito por Sheng Nong, ao redor de 2.000 anos atrás e contém a descrição de quase 400 plantas medicinais. O trabalho mais completo sobre ervas medicinais chinesas foi escrito durante a Dinastia Ming (1368 - 1644) por Li Shizhen, sendo descritas mais de 10.000 fórmulas herbais e a descrição de, aproximadamente, 1.900 ervas medicinais (WENDLER, 2006).

A utilização de misturas de extratos herbais em medicina foi pouco usada durante alguns anos devido às indústrias químicas e farmacêuticas. Atualmente, entretanto, houve retorno da fitomedicina devido a diversos fatores, como a resistência bacteriana a alguns antibióticos ou, ainda a, demanda ao tratamento alternativo para algumas enfermidades. A fitomedicina também é utilizada como tratamento complementar aos tradicionais (alopatia).

A fitoterapia proporciona diversidade de tratamentos. O uso de condimentos na preparação de alimentos, por exemplo, é uma das formas mais antigas de aromaterapia, estimulando a secreção gástrica, aliviando problemas respiratórios e diminuindo dores musculares. Os componentes ativos nos condimentos são considerados poderosos na inibição da síntese de colesterol, diminuição da pressão arterial e prevenção de coagulação sangüínea (UHL, 2000). Além disso, EVs em geral apresentam papel importante, devido às suas propriedades anticarcinogênica, antiinflamatória e antioxidante, como os flavanóides presentes em algumas ervas de chás que, quando em contato com água quente, liberam substâncias antioxidantes (WISEMAN et al., 1997).

O termo fitoterápico é utilizado erroneamente na nutrição animal, uma vez que sua definição é: medicamento obtido empregando-se exclusivamente matérias-primas ativas vegetais, caracterizado pelo conhecimento da eficácia e dos riscos de seu uso, assim como pela reprodutibilidade e constância de sua qualidade (ANVISA, 2004). O termo mais adequado e utilizado para a nutrição animal é aditivo fitogênico, que são

produtos compostos por óleos essenciais e/ou extratos vegetais utilizados nas rações para melhorar o desempenho animal, sem efeito medicamentoso, quer seja pelo princípio ativo ou por sua dosificação.

A principal diferença entre os produtos extraídos das plantas é que os OE são líquidos oleosos provenientes de diferentes partes das plantas, obtidos por fermentação e destilação a vapor d'água, por atividade enzimática seguida de destilação a vapor d'água ou por extração com dióxido de carbono líquido sob baixa temperatura e alta pressão, produzindo perfil organoléptico do OE mais natural, porém com custo operacional elevado (BURT, 2004; LANGHOUT, 2005). Já para os EV, pode-se usar qualquer parte de uma planta, desidratando-a e moendo-a.

Existem diferentes princípios ativos nas plantas com características medicinais. Estes são moléculas de baixo peso molecular provenientes de metabolismo secundário das plantas. Dentre eles estão: glucosídeos, compostos fenólicos que são responsáveis pelas propriedades antibacterianas; hidrocarbonos; substâncias sulfurosas; terpenos que se dividem em monoterpenos (carvacrol, timol, mentol), sesquiterpenos e di e triterpenos; compostos polifenólicos como quinonas, flavonas taninos e cumarinas; saponinas; flavanóides e mucilagens (MARTINS et al., 2000; WENDLER, 2006).

A composição dos princípios ativos nas plantas pode ser afetada por diversos fatores, tais como: tipo de solo, estação do ano e ciclo vegetativo da planta (FALEIRO et al., 2003). Estes fatores podem explicar, em parte, a formação de princípios ativos antibacterianos e seus precursores. O p-Cimene e γ -terpinene são os precursores do carvacrol e timol, principais substâncias ativas do orégano e tomilho (COSENTINO et al., 1999; JERKOVIC et al., 2001).

Zaika (1988) realizou estudo para classificação de plantas usadas como condimento de acordo com suas atividades antimicrobianas. Neste estudo, o meio de cultura, os princípios ativos das plantas e os microrganismos testados foram fatores que influenciaram no poder antimicrobiano das plantas. Analisando estes fatores o autor chegou as seguintes conclusões: a resistência das bactérias difere entre plantas; bactérias Gram-negativas são mais resistentes que Gram-positivas aos princípios ativos das plantas; a quantidade de ervas condimentares adicionadas aos alimentos, geralmente são pequenas para prevenir a degradação pelos microrganismos; os princípios ativos em baixas concentrações podem reagir sinergicamente com outros fatores (NaCl, ácidos e

conservantes) aumentando o efeito de conservação; o poder de inibição dos extratos de plantas sobre o crescimento microbiano é dependente do seu processo de obtenção.

Alguns princípios ativos dos EV e dos OE são absorvidos pelos enterócitos e são metabolizados rapidamente; os produtos destes são rapidamente transformados em compostos polares por conjugação com o glicoronato e, posteriormente, excretados na urina; outros são eliminados pela respiração como CO₂. Devido a sua rápida metabolização e por apresentar meia-vida curta, o risco de grande acúmulo nos tecidos é mínimo em comparação com os AMD (KOHLERT et al., 2000).

Outros compostos podem ser metabolizados no fígado como no caso da piperina, princípio ativo de diversas espécies da pimenta, que após absorção pelos enterócitos é rapidamente biotransformada no fígado, pela demetilação do seu grupamento metilenodióxido (BHAT & CHANDRASEKHARA, 1986). A metabolização ocorre no sistema microsomal do citocromo P-450 dos hepatócitos e é rapidamente excretada, sem deixar resíduos detectáveis nos tecidos após 24 horas da sua ingestão (BHAT & CHANDRASEKHARA, 1986).

Segundo Ceylan & Fung (2004) na dependência da concentração do princípio ativo principal, os extratos vegetais possuem uma ou mais atividades biológicas, tais como aquelas com ação inseticida, antihelmíntica, antiviral, antifúngica, antimicrobiana, anticoccidiana, além da pró-digestiva e antioxidante (Tabela 1).

Tabela 1. Principais componentes de plantas (princípio ativo) e suas propriedades medicinais

Nome popular	Gênero e/ou Espécie	Princípio Ativo (principal)	Propriedade medicinal
Canela	<i>Cinnamomum</i> spp	Cinaladeído; Eugenol; Linalol	Antibacteriano; estimulante da digestão; antioxidante
Orégano	<i>Origanum</i> spp	Carvacrol; timol; carvone; γ -terpine; p-Cimene	Antibacteriano; antifúngica
Cravo	<i>Syzygium</i> spp	Eugenol	Antibacteriano; antifúngica
Tomilho	<i>Thymus</i> spp	Timol; carvacrol; p-cimene; geraniol	Antibacteriano; antioxidante; antifúngica
Pimenta	<i>Capsicum</i> spp	Capsaicina; piperina	Antiinflamatório; antidiarréico; estimulante da digestão
Açafrão da Índia	<i>Curcuma longa</i>	curcumina	Antioxidante; antiinflamatório; redução de colesterol; aumento secreção biliar; indutor de apoptose de células defeituosas
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Cineol; rosmarinol; rosmaricina, timol	Estimulante da digestão; antibacteriano; antioxidante
Alho	<i>Allium sativum</i>	Alicina	Anti-séptico; estimulante da digestão, antibacteriano
Boldo do Chile	<i>Peumus boldus</i>	Boldina; eucaliptol; ascaridol; pneumosídeo; boldosídeo	Antioxidante; estimulante de secreção enzimática; estimulante secreção biliar
Cominho	<i>Cuminum cyminum</i>	Cuminaldeído; γ -terpine	Estimulante da digestão, antibacteriano
Feno Grego	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	Trigonelina; ácido malônico; carpaína; trigogenina	Antioxidante; estimulante de apetite
Sálvia	<i>Salvia</i> spp.	Cineol; pineno; salviol	Estimulante da digestão, antibacteriano; antifúngica; antioxidante
Uva (semente)	<i>Vitis vinifera</i>	Antocianinas; flavanas; catequina; epicatequina; procianidinas; antocianinas; resveratrol	Antioxidante; aumenta HDL; antibacteriano; antiviral; antiinflamatória

Adaptado de: Ceylan & Fung (2004) e Burt (2004).

1.2.1. Atividade antibacteriana

Estudos têm sido realizados visando à verificação e quantificação da atividade antibacteriana *in vitro* dos EVs e OEs. Um dos testes mais utilizados é o de difusão em disco, onde um disco de papel embebido com o OE é colocado em ágar com colônias a serem desafiadas. Outro teste é o método de diluição para provas de susceptibilidade antibacterianas com antibióticos, que é modificado para a realização de testes com OEs (NCCLS, 1997). No entanto, alguns fatores nos testes podem dificultar a comparação dos dados literários, tais como, o método de extração do OE da planta; a fase de crescimento bacteriano; o volume inoculado; meio de cultura utilizado; pH dos meios de cultura; tempo e temperatura de incubação (FRIEDMAN et al., 2002).

Os dados de inibição das bactérias pelos OEs são apresentados como concentração inibitória mínima (CIM) que, em geral, é denominada como a menor concentração capaz de causar inibição total do crescimento bacteriano, ou como concentração bacteriana mínima (CBM) definida como a menor concentração do produto a ser testado capaz de causar a morte do microrganismo. Kim et al. (1995) avaliaram a atividade antibacteriana do carvacrol, geraniol, eugenol, linalol, α -terpineno, limoneno, citral contra patógenos de origem alimentar, *Echerichia coli*, *Echerichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, *Listeria monocitogens* e *Vibrio vulnificus*, e observaram que o carvacrol apresentou o melhor potencial antibacteriano contra estes patógenos. Avaliando a atividade antibacteriana de OEs de orégano, tomilho e canela sobre amostras de sorovares de *Salmonella enterica* isoladas de carcaças de aves, Santurio et al. (2007) observaram que os óleos foram capazes de inibir o crescimento dos principais sorovares de *Salmonella enterica* mostrando que a atividade do óleo de orégano é superior ao do tomilho, e este superior ao de canela. Os autores relataram que melhores resultados podem ser obtidos utilizando associação entre os OEs, para proporcionar sinergismo entre os óleos.

Zhou et al. (2007) avaliando o potencial antimicrobiano do cinamaldeído, timol e carvacrol frente à *S. Typhimurium* observaram que o cinamaldeído inibiu o crescimento bacteriano com concentração de 200 mg/l. Já o timol e o carvacrol inibiram o crescimento com concentrações acima de 400 mg/l. Quando os princípios ativos foram combinados (cinamaldeído + timol; cinamaldeído + carvacrol; timol + carvacrol)

variando a concentração entre 100 e 200 mg/l de cada, houve efeito sinérgico entre os princípios ativos, apresentando inibição contra *S. Typhimurium* maior que quando utilizados isoladamente.

Nazer et al. (2005) avaliaram o potencial antimicrobiano frente a *S. Typhimurium* dos princípios ativos timol, carvacrol, eugenol, geraniol e citral e dos ácidos pirofosfórico, cítrico, acético e láctico. Os OEs apresentaram menores CIM que os ácidos orgânicos e timol e carvacrol foram os mais efetivos entre os OEs. As combinações dos ácidos orgânicos ou dos compostos aromáticos foram eficientes contra a *S. Typhimurium*.

Nascimento et al. (2000) avaliaram a atividade antimicrobiana de diversos EVs sobre bactérias resistentes à antibióticos e observaram que dentre os extratos, o cravo apresentou alto potencial antimicrobiano. Além disso, observaram que associação dos extratos com antibióticos frente a bactérias que já possuíam resistência ao antimicrobiano testado, apresentou melhoria na inibição destes patógenos.

O óleo essencial de orégano em concentrações entre 156 a 312 µl/l apresentou poder antibacteriano contra *E. coli* O157:H7 em tempo de 5 minutos. Além disso, concentração de 625 µl/l é capaz de eliminar 10^4 UFC/ml em um minuto. O óleo de tomilho também apresentou boa capacidade bactericida e bacteriostática, porém inferiores ao de orégano (BURT & REINDERS, 2003).

Sivropoulou et al. (1997) observaram que o óleo essencial de sálvia (*Salvia fructifosa*) e seus componentes 1-8 cineol (47,5%), α -tuiona (4,3%), β -tuiona (7,5%) e cânfora (9,0%) apresentaram atividade antimicrobiana contra *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. Typhimurium*, *Rhizobium leguminosarum* e *Bacillus subtilis*. A *S. Typhimurium* foi a mais resistente e *P. aeruginosa* foi a que apresentou maior sensibilidade aos princípios ativos do óleo de sálvia.

1.2.2. Mecanismo de ação antibacteriano

Os mecanismos de ação antibacterianos dos aditivos fitogênicos ainda não estão bem esclarecidos. De acordo com Carson et al. (2002), devido a grande variedade de compostos químicos presentes nos OE, é possível que sua atividade antibacteriana não seja atribuída a um único mecanismo, mas sim a vários, afetando a permeabilidade de

membrana citoplasmática, o gradiente dos íons hidrogênio (H^+) e potássio (K^+), transporte de elétrons, translocação das proteínas, e/ou as etapas de fosforilação, entre outros processos. Por fim, ocorrerá degradação das atividades vitais das bactérias, com perda do controle quimiosmótico e conseqüente morte da célula (DORMAN & DEANS, 2000).

Segundo Burt (2004), as substâncias carvacrol e timol podem degradar a membrana de bactérias gram-negativas, liberando lipopolissacarídeos (LPS) e aumentando a permeabilidade da membrana citoplasmática.

Um estudo com *Bacillus cereus* mostrou interação entre o carvacrol e a membrana celular, ocorrendo adesão do carvacrol entre as cadeias de ácidos graxos (ULTEE, et al., 2000) o que provoca desestabilização da membrana e aumento de sua permeabilidade, com perda de íons K^+ para o meio extracelular, culminado com a morte da célula (ULTEE et al., 1999). O p-cimene, precursor do carvacrol, também é hidrofóbico e causa maior permeabilidade da membrana citoplasmática, porém, isoladamente não apresenta boa ação antibacteriana, mas quando associado ao carvacrol, proporciona efeito sinérgico (DORMAN & DEANS, 2000).

O timol, princípio ativo encontrado no tomilho e orégano, pode se unir às proteínas de membrana da *Salmonella Typhimurium* por ligação de hidrogênio, proporcionando maior permeabilidade de membrana da bactéria. Porém, de acordo com a literatura, bactérias gram-negativas são mais resistentes aos princípios ativos dos OEs, devido à presença de lipossacarídeos na membrana formando uma superfície hidrofílica, impedindo a ação dos princípios ativos (DORMAN & DEANS, 2000; CHAO et al., 2000).

1.2.3. Atividade antifúngica

Ismail et al. (2001) avaliaram o efeito do manjeriço, manjerona, sálvia e tomilho contra *Yarrowia lipolytica* encontrada em produtos avícolas (aves cruas, marinados, defumados e assados) e observaram redução da população deste fungo em 24 horas a 5°C.

A adição de orégano moído, tomilho moído e seus extratos em meio de cultura diminuem a produção de aflatoxinas do *Aspergillus parasiticus* (SALMERON et al.

1990). O óleo volátil do *Origanum syriacum* na concentração de 0,1 µl/mL inibe completamente o crescimento dos micélios de *Aspergillus niger*, *Penicillium* spp, e *Fusarium oxysporum* (DAOUK et al., 1995).

De acordo com Gowda et al. (2004), óleo de cravo nas concentrações de 0,5% e 1% inibiu completamente o crescimento de *A. parasiticus*. Além disso, na concentração de 1% inibiu totalmente a produção de aflatoxina B₁. Já o extrato de alho a 1% inibiu 84% da produção de aflatoxina. Os óleos de canela e de cravo em níveis acima de 250 ppm e seus princípios ativos (cinamaldeído e eugenol) a 200 ppm inibem completamente o crescimento de *A. parasiticus* (BULLERMAN et al., 1977).

1.2.4. Atividade antioxidante

O processo de oxidação em geral inicia-se na ligação carbono-hidrogênio, adjacente à dupla ligação da cadeia de carbono, podendo ser catalisado por grande número de fatores ambientais (umidade, calor, luz e oxigênio) e pela presença de metais (cobre, ferro e manganês) e de enzimas (ADAMS, 1999).

O mecanismo de oxidação lipídica é geralmente descrito como uma reação em cadeia constituída por três etapas distintas: iniciação, propagação e terminação. Nas fases de iniciação e propagação, a presença de radicais livres, que são moléculas altamente reativas, desencadeará o processo de oxidação. Essas formas reativas são normalmente produzidas durante o metabolismo do oxigênio nos tecidos e são chamadas de espécies reativas de oxigênio (EROS). Esses compostos dividem-se em radicais (O₂•- e HO•) e não radicais (H₂O₂) (COMBS, 1998). Os compostos O₂•- e H₂O₂, mesmo apresentando pouca reatividade química quando expostos a determinados íons metálicos (Fe²⁺ e Cu²⁺), formam radical livre altamente reativo, o radical hidroxila (HO•).

Devido a sua estrutura química, os ácidos graxos insaturados da membrana celular são suscetíveis ao ataque dos radicais livres (HO• ou HOO•). Essa estrutura permite a retirada de átomos de hidrogênio de um dos grupos -CH₂ da cadeia carbônica e a consequente formação de radical livre (-C•-), iniciando assim o processo de peroxidação lipídica.

Substância antioxidante pode agir de várias formas: ligando-se competitivamente ao oxigênio, retardando a etapa de iniciação e/ou interrompendo a etapa de propagação pela destruição ou ligação dos radicais livres ou pela inibição dos catalisadores e estabilização dos hidroperóxidos (ALLEN & HAMILTON, 1994). O antioxidante pode ter ação nas membranas das células e/ou alimentos por: (1) sequestrar radicais livres, não iniciando o processo oxidação; (2) inativar íons metálicos; (3) remover espécies reativas ao oxigênio; (4) sequestrar oxigênio; (5) destruir peróxidos e prevenir formação de radicais e (6) remover e/ou diminuir a concentração do oxigênio local (LABUZA et al., 1971; DZIEZAK, 1986). Os compostos ativos mais comumente encontrados em frutas e hortaliças são as substâncias fenólicas (RHODES, 1996), as quais são conhecidas como potentes antioxidantes e antagonistas naturais de patógenos.

A maioria das substâncias fenólicas pode ser classificada em dois principais grupos: os ácidos carboxílicos fenólicos e os flavonóides, sendo os flavonóides derivados do 2-fenil-benzopireno e classificados como grupo mais importante (BITSCH, 1996). Os principais subgrupos são as catequinas e proantocianidinas, as antocianidinas e os flavonóis ou flavonas (HERRMANN, 1994). Algumas classes dos flavonóides que ocorrem em gêneros alimentícios, como as antocianinas (uva, vinho, cerejas e casca de berinjela), flavonóis (cebola, brócolis, couve, casca de maçã, chá e uvas), flavonas (limões, azeitona, aipo, pimentão vermelho e salsa) e flavanonas (frutas cítricas e pele de tomate) possuem atividade antioxidante (HOLLMAN & KATAN, 1997).

Os flavonóides atuam como antioxidantes neutralizando os radicais livres inclusive o superóxido e o radical hidroxil (BAGCHI et al., 1997). A propriedade redox dos flavonóides também permite que eles atuem como agentes redutores e em alguns casos como quelantes de metais de transição (RICE-EVANS et al., 1996). Este mecanismo de ação dos antioxidantes, presentes em extratos de plantas, possui papel importante na redução da oxidação lipídica em tecidos, vegetal e animal, pois quando incorporado na alimentação humana não conserva apenas a qualidade do alimento, mas também reduz o risco de desenvolvimento de patologias, como arteriosclerose e câncer. As principais fontes de compostos fenólicos são as frutas cítricas, como limão, laranja e tangerina, além de outras frutas, a exemplo da cereja, uva, ameixa, pêra, maçã e mamão.

Os compostos fenólicos e os terpenóides proporcionam proteção às células e aos tecidos contra a ação da oxidação que produz odores desagradáveis e produção de toxinas. Quando os OEs são absorvidos, há retenção de pequena quantidade nos tecidos, porém em concentrações suficientes para apresentar atividade antioxidante (BOTSUGLUO et al., 2004).

Sementes e casca de uva (*Vitis vinifera*) contêm flavonóides (catequina, epicatequina, procianidinas e antocianinas), ácidos fenólicos e resveratrol, que mostraram ter atividades funcionais. O reconhecimento dos benefícios à saúde, por parte das catequinas e proantocianidinas, tem funcionado no uso de extratos de semente de uva como suplementação alimentar (LAPARRA et al., 1979). O extrato de procianidinas da semente da uva apresentou atividade antioxidante *in vivo* (SATO et al., 2001) e poderia ser tão importante quanto à vitamina E em impedir os danos oxidativos nos tecidos (TEBIB et al., 1997).

Da uva são extraídos antioxidantes naturais de suas sementes, seus componentes ativos constituem flavonóides e proantocianidinas, que além de atuarem como sequestradores de radical livre promovem a vasodilatação, inibem enzimas como fosfolipase, ciclooxigenase e lipooxigenase, além de reduzir a peroxidação lipídica. O mecanismo múltiplo da atividade antioxidante desses compostos é expresso pela habilidade de sequestrar o radical metal quelado e pelo sinergismo com outros antioxidantes (LU & FOO, 1999).

O resveratrol, composto fenólico extraído de sementes de uva possui efeitos antiinflamatório, antioxidante e imunomodulador. Seu efeito antioxidante é ocasionado pela prevenção da peroxidação da apolipoproteína-B que é associada ao LDL, restaurando também a glutatona no tecido e plasma (SAHIN et al., 2010).

A grande diversidade entre os cultivares resulta em uvas com diferentes características, tanto de sabor, coloração, quanto ao conteúdo e perfil dos polifenólicos.

Outras fontes de compostos naturais com atividade antioxidante são as frutas cítricas como, por exemplo, carotenóides, ácido ascórbico, fenóis e polifenóis, que protegem o organismo contra o aparecimento de doenças degenerativas.

Os flavonóides podem sofrer metilações sucessivas em seus grupos hidroxílicos formando os flavonóides polimetoxilados (FPM), que possuem características lipofílicas. Os FPMs não são comuns em frutas, mas os *Citrus* spp. são exceção,

contendo elevada quantidade de flavonóides polimetoxilados. Estudos com FPM presente nos frutos de *Citrus* spp., demonstram efetiva inibição no crescimento de células cancerígenas (DEPYPERE et al., 2000; IWASE et al., 2001). A tangeritina induz os leucócitos à inibição parcial do desenvolvimento de HL-60, células causadoras da leucemia (HIRANO et al., 1995). A tangeritina, nobiletina e heptametoxiflavona têm propriedades citotóxicas sobre as células cancerígenas e função de ajudar na circulação sanguínea de pacientes com doenças coronárias (DEPYPERE et al., 2000).

A sinetina, um FPM, tem efeito sobre a diminuição da agregação e sedimentação de eritrócitos na circulação sanguínea. Muitos flavonóides isolados de diferentes plantas apresentaram atividade antimicrobiana *in vitro* (ALCERITO et al., 2002; PENNA et al., 2001; PANIZZI et al., 2002). Essa atividade deve-se, provavelmente, à sua capacidade em formar complexos com proteínas solúveis e com a parede celular das bactérias. Os flavonóides polimetoxilados também podem romper a membrana microbiana (COWAN, 1999). Os flavonóides exibiram efeito inibitório contra diversos vírus pela indução da produção de gama interferon derivado de Th1 pelas células mononucleares do sistema periférico sanguíneo (NAIR et al., 2002).

Além dos flavonóides outros princípios ativos extraídos de plantas possuem efeito antioxidante como o carvacrol e timol que previnem a oxidação lipídica em carne de aves após refrigeração. Em estudos realizados por Luna et al. (2010) com frangos de corte alimentados com dietas contendo suplementação de timol e carvacrol verificou-se que estes princípios foram absorvidos pelo trato gastrointestinal e são depositados no tecido muscular prevenindo a oxidação lipídica.

A *Curcuma longa*, planta originária da Índia, possui como princípio ativo a curcumina, utilizada no sistema tradicional da medicina indiana. Srinivasan & Sambaiah (1991) estudando enzimas retiradas dos tecidos hepáticos de ratos, verificaram efeitos da curcumina sobre o metabolismo dos ácidos biliares e colesterol. A atividade da enzima colesterol-7- α -hidroxilase aumentou em ratos tratados com curcumina, sendo também potente eliminador de espécies reativas de oxigênio, protegendo a hemoglobina de oxidação induzida por nitrito, e inibindo a peroxidação lipídica. Além disso, a curcumina atua como antiinflamatório, reduzindo a secreção das enzimas colagenase, elastase e hialuronidase em macrófagos ativados (JOE & LOKESH, 1997).

A Curcumina apresenta forte atividade antiinflamatória e antioxidante, proporciona aumento na produção de bílis, inibição da agregação plaquetária *in vitro* e *in vivo* (AMMON & WAHL, 1991), além de, apresentarem atividade antitumoral em provas *in vitro* (KUTTAN et al., 1985).

Almeida-Doria & Reginato-D'Arce (2000) avaliando a atividade antioxidante dos extratos etanólicos de alecrim e orégano e dos antioxidantes sintéticos BHA e BHT isolados ou em associação sobre a oxidação dos óleos de soja, verificaram que as atividades antioxidantes dos extratos foram tão efetivas quanto às das mistura BHA+BHT.

Barbut et al. (1988) observaram que o óleo resina de alecrim (200 ppm) reduziu a oxidação lipídica de salsicha de peru congelada em relação ao BHT, BHA e ácido cítrico. Adição de alecrim e sálvia em 500 ppm em dietas de frangos de corte melhora a estabilidade oxidativa da carne de peito e de coxa, além de apresentar baixos níveis dos produtos de oxidação nas carnes cozidas a temperatura de 70°C por 30 minutos e armazenadas por quatro meses sob refrigeração (LOPEZ-BOTE et al., 1998).

Estas pesquisas demonstraram que a adição de aditivos fitogênicos nas dietas de frangos de corte pode auxiliar na estabilidade oxidativa da carne, principalmente inibindo a oxidação lipídica de ácidos graxos insaturados, além de auxiliar a saúde da ave.

1.2.5. Efeito dos aditivos fitogênicos sobre a metabolizabilidade

A metabolizabilidade dos alimentos pode ser melhorada com a adição de OE e EV nas dietas de monogástricos, pois estes compostos aumentam a atividade de enzimas digestivas, secreção de suco gástrico e pancreático (HERNÁNDEZ et al., 2004), ou ainda por alteração na morfologia dos órgãos juntamente com o combate dos patógenos intestinais. De acordo com Brugalli (2003), a capsaicina, um composto aromático e principal componente de pimentas, estimula secreção de enzimas pancreáticas, promovendo redução da viscosidade intestinal e melhorando os processos digestivos.

De acordo com Platel & Srinivasan (2004) os princípios ativos dos aditivos fitogênicos podem influenciar a melhora na metabolizabilidade da dieta por dois mecanismos, o primeiro é estimulando o fígado a aumentar a secreção bílis, rica em

ácidos biliares, o segundo mecanismo é a estimulação para maior produção e atividade das enzimas pancreáticas e do intestino delgado. Estes dois mecanismos aceleram o processo digestivo podendo ocorrer diminuição do tempo de trânsito intestinal.

Em experimentos com ratos de laboratório, a utilização de capsaicina, estimulou maior produção da amilase, da maltase, da sacarase e das enzimas pancreáticas (PLATEL & SRINIVASAN, 1996). Além da capsaicina, o óleo de canela apresenta ação estimulante sobre as enzimas pancreáticas e aumenta o tempo de retenção de alimento no estômago de suínos (WANG et al., 1998). Cinamaldeído e capsaicina também apresentam capacidade de proteção das microvilosidades intestinais, responsáveis pela absorção de nutrientes e esta função da camada intestinal está ligada intrinsecamente com a atividade antioxidante em nível celular e tecidual (RHODES, 1996).

Hernández et al. (2004) observaram melhora na metabolizabilidade metabolizabilidade aparente da matéria seca (MS) e do extrato etéreo (EE) da dieta de frangos de corte na fase inicial e da proteína bruta (PB) na fase final quando alimentados com dietas suplementadas com misturas de OEs (capsaicina, cinamaldeído e carvacrol) ou de EVs (sálvia, tomilho e alecrim), além da melhora na metabolizabilidade ileal de MS e de amido na fase inicial. O mesmo foi observado em estudo de García et al. (2007) avaliando o efeito da capsaicina, cinamaldeído e carvacrol sobre a metabolizabilidade de nutriente, onde estes princípios ativos melhoraram a metabolizabilidade ileal da matéria seca e da proteína em relação à aves que receberam dietas isentas de suplementação destes aditivos. Barreto (2007) não observou diferença na EMAn das dietas de frangos de corte alimentados com óleo de canela, pimenta, cravo e orégano.

1.2.6. Efeito dos aditivos fitogênicos sobre o desempenho

Diferentemente dos estudos sobre a atividade antimicrobiana e antifúngica *in vitro*, poucos são os estudos *in vivo* destes aditivos alternativos na alimentação de frangos de corte. Na Tabela 2 estão apresentados alguns resultados da literatura que confrontam dietas com aditivos fitogênicos com dietas isentas de aditivos em cada trabalho.

Tabela 2. Efeito dos aditivos fitogênicos sobre o desempenho de frangos de corte.

Planta / Princípio ativo	Diferença em % do controle negativo			Referência
	GP ¹	CR ¹	CA ¹	
Alecrim –OE (1g/kg)	-8,66	-16,00	-6,98	Cross et al. (2007)
Alho em pó (0,2%)	5,63	1,83	-3,70	Freitas et al. (2001)
Alho em pó (0,25%)	1,13	-3,03	-3,72	Carrizo et al. (2005)
Alho em pó (1,0%)	0,07	0,60	0,58	Choi et al. (2010)
<i>Astragalus membranaceus</i> - EV	1,66	0,57	-0,52	Guo et al. (2004)
Orégano – EV (0,025%)	5,20	0,79	-4,05	Fukayama et al. (2005)
Orégano –OE (1g/kg)	-6,46	-9,70	-2,56	Cross et al. (2007)
Orégano – EV (origem México)	2,54	-	-0,43	Karimi et al. (2010)
Orégano – EV (origem Mediterrâneo)	1,77	-	-1,50	Karimi et al. (2010)
Tomilho – OE (1g/kg)	12,92	10,54	-3,25	Cross et al. (2007)
Uva: Sementes – EV (0,04%)	0,11	-1,31	-2,81	Rotava et al. (2009)
Canela, eucalipto – OE + Boldo-do-Chile, feno grego – EV	0,62	0,06	-0,55	Rizzo et al. (2010)
Orégano, canela e pimenta – OE (200 ppm)	0,33	-1,88	-2,32	Hernández et al. (2004)
Orégano, canela e pimenta – OE (100 ppm)	-0,49	-	-3,93	Jamroz et al. (2005)
Orégano, canela e pimenta – OE (200 ppm)	-0,14	-	-17,18	García et al. (2007)
Orégano, canela e pimenta – OE (200 ppm)	6,76	-	-1,83	Muhl & Liebert (2007)
Orégano, canela e pimenta – OE (200 ppm)	-0,72	-0,42	0,30	Rizzo et al. (2010)
Orégano, canela, eucalipto, artemisia, trevo – OE (500 ppm)	0,16	-0,076	-0,58	Toledo et al. (2007)
Sálvia, tomilho e alecrim – EV (5000 ppm)	3,20	-0,70	-4,07	Hernández et al. (2004)
Sálvia, tomilho e alecrim – EV (5000 ppm)	-6,38	-	1,04	García et al. (2007)

¹GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar.

Avaliando a adição da mistura de OEs (orégano, canela e pimenta) e de EV (sálvia, tomilho e alecrim) em dietas de frangos de corte criados em baterias, Hernández et al. (2004) observaram que não houve diferença para consumo de ração entre os tratamentos. Para o peso corporal observaram que aves alimentadas com EV aos 21 dias de idade não diferiram das alimentadas com avilamicina, porém foram superiores ao tratamento com OE e aos 42 dias de idade não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Os pesos dos órgãos não foram afetados pelos diferentes aditivos.

Toledo et al. (2007) não encontraram diferenças no desempenho de frangos de corte nos períodos de 1 – 21, 1 – 35 e 1 – 42 dias de idade alimentados com antibiótico e/ou produto comercial contendo OE de orégano, canela, eucalipto, artemísia e trevo quando criados em galpões com baixo desafio sanitário.

Avaliando níveis de extrato de orégano em dietas de frangos de corte Fukayama et al. (2005) não observaram diferenças de níveis de extrato de orégano, dieta sem aditivo e dieta com AMD sobre o desempenho das aves e morfometria de órgãos linfóides (timo e Bursa de Fabrícus) aos 21 e 42 dias de idade e sobre as características de carcaça aos 42 dias.

Estudando níveis de alho em pó em dietas de frangos de corte, Carrijo et al. (2005) observaram desempenho inferior das aves aos 21 dias de idade quando comparadas com aves alimentadas com AMD. O mesmo foi observado aos 42 dias de idade aves. Não foram observadas diferenças para rendimento de carcaça, peso relativo dos órgãos e histomorfometria do intestino.

Estudando o efeito de óleos essenciais de orégano, canela, pimenta e cravo sobre o desempenho de frangos de corte, Barreto et al. (2008) não observaram diferenças entre o controle positivo e negativo aos 42 dias de idade. Já Cypriano et al. (2009) avaliando a inclusão de uma mistura de óleo essencial de tomilho, erva-doce e extratos vegetais de pimenta, gengiana e quilaia em dietas de frangos de corte observaram melhora no desempenho e diminuição no teor de amônia no ar do galpão quando aves receberam esta mistura em relação à dieta convencional.

Avaliando o uso de aditivo fitogênico composto por óleo essencial de tomilho e de erva-doce e extrato vegetal de pimenta e quilaia na produção de frangos de corte, Scheuermann et al. (2009) verificaram que aves alimentadas com aditivos fitogênicos apresentaram desempenho superior às aves alimentadas sem adição de aditivos melhoradores de desempenho. Aos 42 dias de idade, os autores constataram que não houve diferença para o peso corporal das aves em comparação a aves alimentadas com AMD. Já em relação ao controle negativo, o aditivo fitogênico mostrou-se superior. Para as características de carcaça não foram observados diferenças.

1.2.7. Efeito dos aditivos fitogênicos em aves infectadas por *Eimeria* spp

Estudando o efeito da infecção da coccidiose sobre a microbiota intestinal de frangos de corte vacinados contra coccidiose e suplementados com OE, Oviedo-Rondón et al. (2006) concluíram que mesmo com a vacinação ocorreram mudanças drásticas na microbiota intestinal quando desafiados com espécies de eimeria, porém a suplementação com misturas de OEs evitou grandes mudanças da microbiota após infecção.

Giannenas et al. (2003) estudando o efeito do óleo de orégano em frangos de corte infectados por *Eimeria tenella* aos 14 dias de idade, observaram que frangos suplementados com óleo de orégano (300 mg/kg) após duas semanas da infecção apresentaram ganho de peso e conversão alimentar semelhantes aos infectados e sem suplementação, porém com desempenho inferior aos infectados e suplementados com anticoccidiano.

Christaki et al. (2004) estudando a adição de mistura de extratos de *Agrimonia eupatoria*, *Echinacea angustifolia*, *Ribes nigrum* e *Cinchona succirubra* em dietas de frangos de corte infectados com *E. tenella* não observaram diferenças para variáveis de desempenho aos 14 dias de idade. Após a infecção com *E. tenella* aos 14 dias de idade, o desempenho das aves alimentadas com os extratos foram superiores às aves do grupo controle negativo e inferiores ao de aves que receberam anticoccidiano na dieta. Os autores observaram que todas as aves infectadas apresentaram diarréia com sangue, exceto para o grupo com anticoccidiano, que também apresentou os menores escores de lesão.

Youn & Noh (2001) observaram que houve diferença na eficiência de EVs em aves infectadas por *E. tenella*. As taxas de sobrevivência das aves alimentadas com *Ulmus macrocarpa*, *Pulsatilla koreana*, *Toriles japonica*, *Artemisia asiatica* e *S. flavescens* foram maiores que das aves sem adição de anticoccidiano ou extrato da planta. Em outro estudo com infecção por *E. tenella* Allen et al. (1997) observaram que extrato de folhas de *Artemisia annua* aumentou a proteção intestinal contra lesões.

Guo et al. (2004) observaram que frangos de corte suplementados com extratos de *Lentinus edodes*, *Tremella fuciformis* e *Astragalus membranaceus* e infectados com

Eimeria tenella apresentam aumento das respostas imune celular e humoral durante a infecção.

1.2.8. Efeito dos aditivos fitogênicos sobre a saúde de frangos de corte

Frangos alimentados com misturas de OE com princípios ativos (timol, eugenol, curcumina, piperina; e timol, carvacrol, eugenol, curcumina e piperina) apresentaram diminuição da concentração de *Clostridium perfringens* no jejuno, ceco, na cloaca e nas fezes (MITSCH et al., 2004).

Jamroz et al. (2006) estudando a adição de mistura contendo princípios vegetais ativos carvacrol, cinamaldeído e capsaicina sobre a histologia e morfometria do proventrículo e jejuno observaram que frangos de corte alimentados com a mistura apresentaram intensa secreção de muco no proventrículo e parede do jejuno, sugerindo a existência de propriedades protetoras das vilosidades. Isto pode explicar a redução da adesão epitelial de *E. coli*, *C. perfringens* e fungos no conteúdo intestinal das aves alimentadas com o extrato vegetal (Jamroz et al., 2005).

O achyranthan, um polissacarídeo de baixo peso molecular, extraído da *Achyranthes bidentata*, planta de origem asiática apresenta efeito imunoestimulante em frangos de corte, melhorando a atividade de macrófagos e aumentando a resposta imunológica com maior desenvolvimento da Bursa de Fabricius sem prejudicar o desempenho das aves (CHEN et al., 2003). Cardoso et al. (2009) avaliando a administração oral de piperina em frangos de corte, observaram que o uso de 1,12mg de piperina/kg peso corporal vivo durante 14 dias não foi tóxica, promovendo aumento no número de heterófilos.

Alguns princípios ativos de plantas podem proporcionar aumento da atividade do sistema imune das aves com maior atividade de macrófagos e imunoglobulinas. A *Momordica cochinchinensis*, planta originária da China aumenta a concentração de IgG contra o vírus da Doença de NewCastle em frangos de corte (XIAO et al., 2009).

Avaliando a suplementação de resveratrol em dietas de codornas japonesas Sahin et al. (2010) observaram que aves alimentadas com este composto fenólico apresentaram menor concentração de proteína Hsp 70 (proteína produzida durante o estresse) no fígado em comparação com aves do grupo controle.

1.3. Ácidos Orgânicos

Na avicultura os efeitos dos ácidos orgânicos têm apresentado grande variabilidade se comparados com os efeitos benéficos encontrado em suínos. Isto se deve às características físico-químicas e à capacidade tampão dos ingredientes, a qual influencia o pH do trato gastrointestinal e, conseqüentemente, na heterogeneidade da microbiota intestinal das aves (DIBNER & BUTTIN, 2002; RICKE, 2003).

Segundo Adams (1999), as funções dos ácidos orgânicos são variadas, onde apresentam ação flavorizante, retardam a degradação enzimática, atuam como agentes quelantes que se liga a metais formando os quelatos metálicos, os quais previnem ou reduzem a oxidação oriunda da catálise dos metais-ions, possuem ação inibitória no crescimento microbiano, sendo utilizada na preservação de grãos e rações, ação sanitizante na carne e como aditivo promotor de crescimento na ração.

Muitas vezes inconsistência nos resultados com ácidos orgânicos em frangos de corte, deve-se à falta de controle das variáveis intervenientes, tais como: pH do trato digestório, capacidade tampão dos ingredientes da dieta, presença de outros antimicrobianos na dieta, condição higiênica do ambiente produtivo e grande variedade de bactérias saprófitas na microbiota intestinal (DIBNER & BUTTIN, 2002; RICKE, 2003) e resistência inerente dos microrganismos às substâncias químicas estressantes, como os ácidos orgânicos (RICKE, 2003).

1.3.1. Definição

Ácidos são denominados de doadores de prótons. Os ácidos orgânicos também denominados de ácidos carboxílicos são encontrados em vários constituintes animais e vegetais. Na produção animal, a denominação de ácidos orgânicos refere-se a ácidos de cadeia curta (um a sete átomos de carbono) com propriedades antimicrobianas. Sua pequena cadeia carbônica possibilita menor quantidade de prótons por molécula quando se dissociam (DIBNER & BUTTIN, 2002; BELLAVER & SCHEUERMANN, 2004).

Os ácidos orgânicos estão disponíveis na forma livre sendo a maioria em estado líquido possuindo ação corrosiva, motivo pelo qual há dificuldade de manuseio e utilização (EIDELSBURGUER, 2001). No entanto, a maioria dos produtos utilizados na

fabricação de rações está associada na forma de sais de sódio, cálcio e potássio. Estes sais têm como vantagem na nutrição se apresentarem na forma de pó, ser pouco voláteis, apresentam pouco odor e fácil manuseio no processamento de rações e alimentos em geral (PARTANEN & MROZ, 1999), porém há necessidade de se empregar maiores quantidades de inclusão (EIDELSBURGUER, 2001).

Ácidos orgânicos podem possuir efeito antibacteriano específico semelhante aos dos antibióticos, sendo particularmente efetivos contra *E. coli*, *Salmonella* spp e *Campylobacter* spp. A atividade antimicrobiana dos ácidos orgânicos está relacionada com a redução do pH no trato gastrintestinal e a sua capacidade de dissociar suas carboxilas (CHERRINGTON et al., 1991). Quando estão em forma não dissociada, os ácidos penetram passivamente na célula do patógeno, liberando prótons e ânions, reduzindo o pH intracelular, inibindo a ação das enzimas e levando o microrganismo à morte.

1.3.2. Modo de ação

Na produção de aves e suínos, o uso de acidificantes tem o objetivo de substituir os antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) objetivando mesmo efeito, porém, sem a ocorrência de resistência bacteriana. Além disso, melhoram a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta.

Dentre os mecanismos de funcionamento dos ácidos orgânicos algumas ações são importantes. Como possuem alto valor energético em sua forma pura, os ácidos são fontes de energia para o organismo, melhorando o metabolismo animal com consequente aumento da metabolizabilidade dos nutrientes da dieta. Alguns ácidos agem como agentes tróficos melhorando as vilosidades do trato gastrintestinal (PARTANEN & MROZ, 1999). Possuem ação de inibir crescimento bacteriano nos alimentos, sendo considerado agente conservador e sanitizante.

Outra ação é a formação de quelatos que previnem reações de íons metálicos com nutrientes, aumentando assim a metabolizabilidade e a retenção destes nutrientes, além de, inibir a ação destes como catalisadores em reações danosas ao organismo (ADAMS, 1999). No entanto, de todos os mecanismos de ação o mais pesquisado é a atividade antimicrobiana, pois os ácidos reduzem o pH do meio.

Na forma não dissociada, os ácidos são solúveis em lipídios podendo atravessar em mecanismo passivo a membrana celular do patógeno. Ao entrar na célula, o ácido dissocia-se alterando o pH celular o que afeta o metabolismo da célula, também afeta o transporte de aminoácidos e inativa algumas enzimas (RUSSEL, 1992). Os ácidos também podem aumentar a pressão osmótica celular desencadeando aumento da pressão na parede da célula fazendo com que ela se rompa. A absorção dos ácidos fracos na forma não dissociada ocorre pelo epitélio intestinal por processo de difusão passiva e auxilia na função de agente trófico no intestino.

Um mecanismo importante no controle de bactérias indesejáveis é a capacidade dos ácidos orgânicos de alternar sua forma entre ionizada e não ionizada em função do seu pKa e pH do meio (PARTANEN & MROZ, 1999). Por definição o pKa de um ácido é o valor de pH no qual 50% deste ácido está na forma ionizada, e determinado pelo logaritmo negativo da constante de ionização do ácido, ou Ka, que, indica a força do ácido, ou seja, sua capacidade doadora de prótons. Quanto menor o pH do meio e maior o pKa do ácido, mais eficiente ele é como agente antimicrobiano (PARTANEN, 2001), sendo melhorada sua eficácia quanto maior for sua concentração, sua cadeia carbônica e seu grau de insaturação (PARTANEN & MROZ, 1999; SCHWARZER, 2005).

1.3.3. Descrição e características dos ácidos orgânicos

Muitos são os ácidos orgânicos utilizados na indústria química, farmacêutica, alimentícia e de nutrição animal. Entretanto, na produção avícola os ácidos orgânicos de cadeia curta são os de maior interesse e, por este motivo, alguns são descritos abaixo com algumas de suas propriedades físicas (Tabela 3).

Tabela 3. Propriedades físicas de ácidos orgânicos de interesse na avicultura.

Nomenclatura		PF ¹ (°C)	PE ² (°C)	Sol. H ₂ O 25°C ³	pKa	Massa molar	Energia (kcal/kg)
Oficial	Comum						
2-hidroxi-propanóico	Lático	18	122	∞	3,86	90,1	3610
Benzeno monocarboxílico	Benzóico	122	250	0,34	4,19	122	
Metanoíco	Fórmico	8	100,5	∞	3,75	48,0	1390
2-hidroxi-1,2,3- propanotricarboxílico	Cítrico	153	-	∞	5,95	210,1	2460
Etanoíco	Acético	16,6	118	∞	4,76	60,1	3540

¹PF, ponto de fusão, ²ponto de ebulição, ³solubilidade em água a 25°C.
Adaptado de: Adams (1999) e Eidelsburger (2001).

1.3.3.1. Ácido láctico

O ácido láctico também conhecido como ácido 2-hidroxi-propanóico ou ácido α -hidroxi-propanóico, possui função mista ácido carboxílico - álcool e apresenta fórmula molecular $C_3H_6O_3$ e estrutural $CH_3-CH(OH)-COOH$. Produzido pela fermentação láctea de carboidratos e açúcares como glicose, lactose e sacarose associado ao *Bacillus acidi lacti*. Sua forma pura apresenta-se em estado líquido incolor ou amarelo, pegajoso, higroscópico e sem odor. O ácido láctico apresenta duas isomerias, levógero e dextrógiro. O D-lático na corrente sanguínea é pouco metabolizado devido a enzima L-lactato desidrogenase que catalisa apenas o L-lactato a piruvato. O ácido láctico também é produzido por várias bactérias, entre as quais, as mais conhecidos são *Lactobacillus* spp, *Sporolactobacillus* spp, *Enterococcus* spp, *Lactococcus* spp, *Bacillus* spp, *Streptococcus* spp, *Pediococcus* spp e bifidobactérias.

1.3.3.2. Ácido benzóico

Ácido benzóico ou ácido benzeno monocarboxílico ($C_6H_5C(O)OH$) é um ácido fraco sendo muito usado como conservantes de alimentos, na sua forma de sal. Precursor da síntese de muitas substâncias orgânicas e seus derivados mais conhecidos são o ácido salicílico e o ácido 2-acetilsalicílico.

Ácido de custo baixo é produzido na indústria química pela oxidação do tolueno com oxigênio ou a partir do benzeno que reage com cloreto de metanoíla. É utilizado

com conservante e antibacteriano em alimentos e adjuvante em produtos farmacológicos.

1.3.3.3. Ácido fórmico

Também denominado de ácido metanóico, de coloração incolor, possui odor pungente com ação cáustica em contato com a pele. Miscível em água, álcool, éter e glicerol (MERCK INDEX, 1996). Constituinte natural dos tecidos, o ácido fórmico possui função importante na transferência de unidades de carbono que são gerados no metabolismo de aminoácidos (NELSON & COX, 2006).

O ácido fórmico no organismo pode inibir enzimas como catalases e descarboxilases microbianas. Possui bom efeito acidulante e ação antimicrobiana contra fungos e bactérias (ADAMS, 1999). O ácido fórmico é um líquido irritante produzido por formigas que quando picam, liberam ácido fórmico na pele provocando a ardência (SOLOMONS & FRYHLE, 2006).

1.3.3.4. Ácido cítrico

O ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico ($C_6H_8O_7$) ou ácido cítrico é um ácido orgânico fraco encontrados em todas as frutas cítricas. É um antioxidante natural e pode ser utilizado com acidulante nos alimentos e possui importante papel no ciclo de Krebs. Produzido industrialmente pela fermentação de sacarose pelo *Aspergillus niger*.

1.3.3.5. Ácido acético

O ácido etanóico ou ácido acético é um ácido monocarboxílico de cadeia aberta (CH_3-COOH). Sua forma livre de água é denominada de ácido glacial e a forma impura é conhecida popularmente como vinagre. É um líquido incolor e de cheiro penetrante e solúvel em água, possui densidade de 1,049 g/mL, reage com alcoóis produzindo ésteres.

O ácido acético é produzido por algumas bactérias como o *Clostridium acetobutylicum* encontrados em alimentos, água e solo. Este ácido é responsável pelo

gosto azedo presente no vinagre, produzido por determinadas bactérias que oxidam o álcool etílico presente no vinho (SOLOMONS & FRYHLE, 2006). A produção de ácido acético pode se dar de duas formas: a biológica e a química. A fermentação biológica é mais destinada a produção de vinagre.

O processo químico de produção de ácido acético se dá pela carbonilação do metanol ($\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$). O metanol em seu estado líquido reage com o monóxido de carbono entre 150 a 200°C de temperatura sob pressão de 30 atm, formando assim o ácido etanóico.

1.3.4. Ácidos orgânicos e metabolizabilidade de nutrientes

O efeito dos ácidos orgânicos na metabolizabilidade de nutrientes em dietas de frangos de corte não está totalmente comprovado e elucidado em comparação à digestibilidade de suínos. Em suínos, o aumento da secreção das enzimas pancreáticas quando os animais são alimentados com dietas contendo ácidos orgânicos que promovem a acidificação do meio, proporciona aumento da digestibilidade dos nutrientes da dieta e da digestibilidade ileal dos aminoácidos (PARTANEN, 2001). Neste caso, o efeito dos ácidos orgânicos sobre a digestibilidade dos nutrientes pode estar relacionada à acidificação do trato gastrointestinal, além de promoverem inibição do crescimento bacteriano.

Alguns ácidos orgânicos podem influenciar negativamente o desempenho com altos níveis de inclusão, no entanto, a metabolizabilidade da dieta pode ser melhorada. Avaliando o efeito do ácido cítrico com α -galactosidade, Ao et al. (2009) observaram que o ácido cítrico aumentou a metabolizabilidade da proteína bruta e da matéria seca da dieta e, quando associado à enzima houve melhora no valor de EMAn e dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta.

Alguns ácidos podem influenciar negativamente na metabolizabilidade de aminoácidos como, por exemplo, o ácido gluconico. De acordo com Biggs & Parsons (2008), a inclusão de ácido gluconico em grandes quantidades diminui a metabolizabilidade dos aminoácidos, principalmente de lisina e treonina, mesmo efeito observado na inclusão de 4% de ácido cítrico na forma pura. Os autores atribuem este

fato ao aumento da quantidade de água na digesta o que ocasiona quadro de diarreia. Porém a EMAn é aumentada quando se utilizam estes ácidos.

O ácido cítrico em dietas de frangos de corte proporciona maior disponibilidade de fósforo nas rações formuladas à base de milho e farelo de soja (CENTENO et al., 2007) reduzindo a inclusão de fosfatos na dieta (BOLING-FRANKENBACH et al., 2001; LIEM et al., 2008) e conseqüentemente aumento no teor de cinzas na tibia das aves (BOLING-FRANKENBACH et al., 2001; CHOWDHURY et al., 2009).

Jósefiak et al. (2010) não observaram diferenças no pH do papo, moela e íleo de frangos alimentados com dietas contendo 0,1% ou 0,2% ácido benzóico. No entanto, o ácido cítrico em dietas de frangos diminui o pH do conteúdo intestinal do duodeno e jejuno em comparação de dietas ausentes de suplementação (RAHMANI & SPEER, 2005). A mistura de ácidos orgânicos proporciona com maior facilidade a redução do pH no trato gastrintestinal (SAMANTA et al., 2008).

1.3.5. Ácidos orgânicos e desempenho de frangos de corte

Os ácidos orgânicos de cadeia curta com atividade antimicrobiana mais usados na avicultura são o ácido fórmico, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, ácido láctico, ácido cítrico e ácido fumárico (DIBNER & BUTTIN, 2002) podendo ser adicionados na ração ou em água de bebida. Atualmente o que tem sido utilizado em dietas de frangos de corte com bons resultados são associações entre estes ácidos orgânicos. A Tabela 4 apresenta resultados da literatura comparando a utilização de acidificantes no desempenho de frangos de corte.

Estudando o efeito do ácido propiônico isolado ou em associação com probióticos em dietas de frangos de corte, Khosravi et al. (2010) não observaram diferenças no ganho de peso e consumo de ração nas aves alimentadas com aditivos e o tratamento controle. No entanto, a conversão alimentar melhorou com o uso de ácido propiônico, e de acordo com os autores, isto demonstra menor colonização das bactérias com maior disponibilidade para o aproveitamento das aves. Resultados semelhantes foram observados por Gunal et al. (2006) que além disso, não observaram melhora nas vilosidades intestinais.

Tabela 4. Efeito dos ácidos orgânicos sobre o desempenho de frangos de corte.

Ácidos	Diferença em % do controle negativo			Referência
	GP ¹	CR ¹	CA ¹	
Benzóico	2,70	-	-3,88	Jósefiak et al. (2010)
Cítrico	14,45	-3,89	-14,42	Rahmani & Speer (2005)
Cítrico	-1,12	-0,80	0,00	Ao et al. (2009)
Cítrico	-5,39	-2,06	3,54	Biggs & Parsons (2008)
Cítrico	21,57	7,98	-9,09	Chowdhury et al. (2009)
Fórmico	-0,93	-0,25	0,55	Faria et al. (2009)
Glucônico	-4,26	1,32	5,84	Biggs & Parsons (2008)
Fórmico e propiônico	0,06	-0,41	-0,49	Garcia et al. (2000)
Fórmico e propiônico	0,08	0,36	0,00	Vale et al. (2004)
Fórmico e propiônico	1,12	1,24	-0,55	Gunat et al. (2006)
Fórmico e propiônico	-0,46	-0,76	0,00	Faria et al. (2009)
Lático e butírico	6,56	7,38	0,58	Salazar et al. (2008)
Fórmico, cítrico, ortofosfórico, benzóico	0,13	-1,98	-2,02	Viola & Vieira (2007)
Fórmico, ortofosfórico e propiônico	1,92	-	-11,66	Samanta et al. (2008)
Lático, fórmico, acético	0,74	-1,50	-2,15	Viola & Vieira (2007)
Lático, fórmico, acético, cítrico, ortofosfórico, benzóico	1,53	-3,28	-2,88	Viola & Vieira (2007)
Lático, acético, fosfórico, butírico	0,54	-1,18	-1,77	Vieira et al. (2008)
Lático, fórmico, cítrico	-5,64	-9,44	-3,44	Smulikowska et al. (2010)

¹GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar.

Jósefiak et al. (2010) não observaram melhora no desempenho aos 42 dias de idade de frangos alimentados com 0,1% ácido benzóico. No entanto, a inclusão de 0,2% deste ácido reduziu o desempenho das aves. Esta adição pode ser explicada pelo fato de que o excesso de ácido benzóico pode ser excretado conjugado com a ornitina, proporcionando deficiência de arginina e reduzindo, assim, o desempenho da ave.

Maiorka et al. (2004) trabalhando com mistura de ácidos orgânicos (0,5% ácido fumárico, 5,1% ácido láctico, 5,4% ácido cítrico e 1,2% ácido ascórbico) em dietas de frangos de corte observaram que os ácidos orgânicos associados ou não aos antibióticos promotores de crescimento melhoraram o ganho de peso e a conversão alimentar das aves, sugerindo assim, sua utilização como alternativa aos promotores de crescimento convencionais. Os autores ainda constataram que a mistura de ácidos não proporcionou

melhora na histomorfometria de intestino delgado aos sete dias de idade. O mesmo foi observado por Salazar et al. (2008) avaliando ácido lático e butírico, associados ou não em dieta de frangos de corte.

Estudando o efeito da sanguinarina (alcalóide de planta) e mistura de ácidos orgânicos (40% ácido lático, 7% acético, 5% fosfórico, 1% butírico), Vieira et al. (2008) observaram maior peso corporal nas aves alimentadas com ácidos aos 21 dias e melhor conversão alimentar aos 7 dias de idade e, quando associado com sanguinarina, os melhores resultados de peso corporal e conversão alimentar foram aos 42 dias e 7 dias de idade respectivamente, demonstrando que estes aditivos podem substituir os AMD.

Garcia et al. (2000) utilizando adição de uma mistura de 1:1 de ácido fórmico e propiônico em dietas de frangos de corte não encontraram efeitos benéficos no desempenho nas fases de crescimento e final; porém, os autores encontraram melhora no crescimento das aves no período de 1 a 21 dias de idade.

Vale et al. (2004) avaliando o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade recebendo níveis (0; 0,25; 0,50; 1,0 e 2,0%) de uma mistura de ácido fórmico (70%) e propiônico (30%) na dieta, observaram redução no peso corporal e ganho de peso aos 21 dias de idade de aves alimentadas com 2% de ácidos orgânicos na dieta e, aos 42 dias de idade o consumo de ração aumentou nas aves alimentadas com 0,25 e 0,5% e reduziu com adição 2% da mistura.

Avaliando a adição dos ácidos fumárico (0,5%), lático (5,13%), cítrico (5,44%) e ascórbico (1,2%) por oito semanas em dietas de aves de postura com 24 semanas de idade, Gama et al. (2000) verificaram melhora na produção de ovos em poedeiras comerciais alimentadas com a mistura de ácidos orgânicos.

Viola & Vieira (2007) avaliando o efeito da suplementação de acidificantes (ácido lático, fórmico, acético, cítrico, ortofosfórico e benzóico) em diferentes misturas na dieta sobre o desempenho zootécnico e a morfologia intestinal de frangos de corte observaram que houve benefício com o uso dos acidificantes sobre a conversão alimentar não apresentado diferenças com aves alimentadas com antibióticos. Os autores verificaram que o intestino delgado das aves alimentadas sem antibióticos e acidificantes foram mais pesados e apresentaram menor altura de vilosidades.

Estudando os efeitos da suplementação de misturas de ácidos orgânicos na dieta (mistura A: 52% de ácido lático, 1% de fórmico e 2% de acético; mistura B: 76% de

ácido láctico, 2% de fórmico e 4% de acético; mistura C: 50% de ácido láctico, 8% de fórmico e 7% de acético; mistura D: 85% de ácido fórmico) e de ácidos orgânicos e ácido ortofosfórico na água de bebida (mistura E: 40% de ácido láctico, 5% de ácido acético e 5% de ácido ortofosfórico) sobre o desempenho de frangos de corte, Viola et al. (2008) concluíram que a suplementação de misturas de ácidos orgânicos contendo ácidos láctico, fórmico e acético na dieta e o fornecimento destes ácidos com ácido ortofosfórico na água de bebida melhoram o ganho de peso de frangos de corte em comparação ao uso de dietas isentas de antibióticos promotores de crescimento.

Estudando a utilização de ácido cítrico isolado ou associado à avilamicina em frangos de corte, Chowdhury et al. (2009) observaram que houve melhora no desempenho das aves alimentadas com ácido cítrico isolado ou associado ao antibiótico, sendo que o ácido orgânico determinou maior peso corporal aos 35 dias de idade.

1.3.6. Ácidos orgânicos na saúde de frangos de corte

Os ácidos orgânicos auxiliam na melhoria da saúde e imunidade de frangos de corte criados em sistema intensivo graças à sua atividade antibacteriana. De acordo com Partanen & Mroz (1999) e Schwarzer (2005), quando na forma não ionizada, os ácidos orgânicos são lipofílicos e podem atravessar livremente a membrana semipermeável dos microrganismos. No interior da célula, onde o pH é próximo de 7,0, os ácidos se ionizam e liberam prótons que acidificam o citoplasma, suprimindo os sistemas enzimático (descarboxilases e catalases) e de transporte de nutrientes, obrigando a célula a gastar energia para liberar os íons H^+ . Além disso, pode ocorrer, dependendo do gradiente de pH ao longo da membrana, acúmulo de ânions no meio intracelular, fato que parece exercer papel importante na ação antimicrobiana (SCHWARZER, 2005). Segundo Schwarzer (2005), a ocorrência deste tipo de controle microbiano depende da presença do ácido no lúmen gastrintestinal, e seus efeitos sobre a microbiota e o pH são mais evidentes e importantes na porção proximal do trato gastrintestinal.

Na forma não dissociada, os ácidos são solúveis em lipídios podendo atravessar em mecanismo passivo a membrana celular do patógeno. Ao entrar na célula, o ácido dissocia-se alterando o pH celular o que afeta o metabolismo da célula, também afeta o transporte de aminoácidos e inativa algumas enzimas (RUSSEL, 1992). Os ácidos

também podem aumentar a pressão osmótica celular desencadeando aumento da pressão na parede da célula fazendo com que ela se rompa. A absorção dos ácidos fracos na forma não dissociada ocorre pelo epitélio intestinal por processo de difusão passiva e auxilia na função de agente trófico no intestino.

De acordo com Schwarzer (2005), estudos demonstraram que ácido benzóico é o ácido com melhor efetividade na eliminação de *Salmonella* Typhimurium quando presentes no estômago. A efetividade dos ácidos orgânicos na inibição deste patógeno comportou-se da seguinte forma: ácido benzóico > ácido sórbico > ácido láctico > ácido propiônico > ácido fórmico > ácido acético.

Thompson & Hinton (1997) avaliando a mistura de 0,46% e 0,14% de ácidos propiônico e fórmico, respectivamente, usada em níveis de até 1,2% na dieta de poedeiras comerciais observaram ação bactericida contra salmonelas no papo, além de proporcionarem possível diminuição da colonização de bactérias no ceco.

Al-Tarazi & Alshawabkeh (2003) avaliaram a adição de 2% da mistura de ácido fórmico com ácido propiônico em dietas de pintainhas de postura com um dia de idade, observaram que a mistura diminuiu a colonização por *Salmonella* Pullorum no papo e cecos e reduziu a excreção do patógeno nas fezes. Os autores verificaram redução na mortalidade após três semanas de tratamento em aves experimentalmente desafiadas no terceiro dia com *Salmonella* Pullorum.

Chowdhury et al. (2009) observaram que frangos recebendo dietas contendo ácido cítrico apresentaram maior tamanho de foliculo bursal e de tonsila cecal, sendo que nas tonsilas foi observado maior concentração de linfócitos quando comparados com frangos alimentados com rações isentas de acidificante, demonstrando que este ácido pode auxiliar na melhor resposta do sistema imune contra patógenos entéricos.

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Poucas são as informações sobre os efeitos dos aditivos fitogênicos ou sua associação com ácidos orgânicos na produção de frangos de corte. Além disso, com exigências dos mercados consumidores internacionais quanto à proibição da utilização dos antibióticos melhoradores de desempenho e anticoccidianos na criação de aves destinadas à produção de carne para exportação, se faz necessária a busca de novos

aditivos para substituir os utilizados tradicionalmente na avicultura. Por isso, os aditivos fitogênicos (óleos essenciais e extratos vegetais) devem ser estudados isoladamente ou associados com ácidos orgânicos buscando assim a comprovação de sua eficiência na produção de frangos de corte.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da mistura de aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos associados ou não, como alternativos aos antibióticos melhoradores de desempenho em dietas de frangos de corte sobre a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta, desempenho zootécnico, características de carcaça e saúde da ave, bem como o efeito destes aditivos em aves experimentalmente infectadas com coccídias.

O Capítulo II, denominado “**Metabolizabilidade de nutrientes da dieta, desempenho e características de carcaça de frangos de corte suplementados com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos**”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na **Revista Brasileira de Zootecnia**, sob responsabilidade editorial da *Sociiedade Brasileira de Zootecnia*. O objetivo deste trabalho foi determinar a influência dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos isolados ou associados sobre a metabolizabilidade dos nutrientes na dieta de frangos de corte nas fases inicial e de crescimento bem como o desempenho e as características de carcaça.

O Capítulo III, denominado “**Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre o desempenho e saúde de frangos de corte**”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na **Revista Brasileira de Ciência Avícola – Brazilian Journal of Poultry Science**, sob responsabilidade editorial da *Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos aditivos fitogênicos e de ácidos orgânicos isoladamente ou associados sobre a histomorfometria do duodeno, jejuno e íleo e da bolsa cloacal de frangos de corte, bem como o desempenho e saúde das aves.

O Capítulo IV, denominado “**Aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em dietas de frangos de corte desafiados com *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* E *Eimeria tenella***”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na **Revista Brasileira de Ciência Avícola – Brazilian Journal of Poultry Science**, sob responsabilidade editorial da *Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito dos aditivos fitogênicos e dos ácidos

orgânicos isolados ou associados em frangos de corte desafiadas com *Eimeria acervulina*, *E. maxima* e *E. tenella*.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C.A. **Nutricines: food components in health and nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 1999. 128 p.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n. 48, de 16 de março de 2004**. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Diário Oficial da União, Brasília 18 de março de 2004.

ALCERITO, T.; BARBO, F.E.; NEGRI, G.; SANTOS, D.Y.A.C.; MEDA, C.L.; YOUNG, M.C.M.; CHÁVEZ, D.; BLATT, C.T.T. - Foliar epicuticular wax of *Arrabidaea brachypoda*: flavonoids and antifungal activity. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 30, n. 7, p. 677-683, 2002.

ALLEN, J.C.; HAMILTON, R.J. **Rancidity in foods**. 3rd ed. London: Blackie Academic, 1994. 290p.

ALLEN, P. C.; LYDON, J.; DANFORTH H. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidian infections in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 1156-1163, 1997.

ALMEIDA-DORIA, R. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Antioxidant activity of rosemary and orégano ethanol extracts soybean oil under thermal oxidation. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 197-203, 2000.

AL-TARAZI, Y. H.; ALSHAWABKEH, K. Effect of Dietary Formic and Propionic Acids on Salmonella Pullorum Shedding and Mortality in Layer Chicks after Experimental Infection. **Journal of Veterinary Medicine Biology**, Chicago, v. 50, n. 3, p. 112 – 117, 2003.

AMMON, H.P.T.; WAHL, M.A. Pharmacology of *Curcuma longa*. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 57, n. 1, p. 1–7, 1991.

AO, T.; CANTOR, A. H.; PESATORE, A. J.; FORD, M. J.; PIERCE, J. L.; DAWSON, K. A. Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 111-117, 2009.

APAJALATHI, J.; KETTUNEN, A.; GRAHAM, H. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 60, n. 2, p. 223-232, 2004.

BAGCHI, D.; GARG, A.; KROHN, R.L.; BAGCHI, M.; TRAN, M.X.; STOHS, S.J. Oxygen free radical scavenging abilities of vitamins C and E, and A grape seed proanthocyanidin extract in vitro. **Research Communications in Molecular Pathology and Pharmacology**, Westbury, v. 95, n. 2, p.179-189, 1997.

BARBUT, S.; DRAPER, H. H.; HADLEY, M. Effects of freezing method and antioxidant on lipid oxidation in turkey sausage. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 51, p. 878-882, 1988.

BARRETO, M. S. R. **Uso de extratos vegetais como promotores de crescimento em frangos de corte**. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BELLAVER, C.; SCHEURMANN, G. Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte. In: **CONFERÊNCIA AVESUI, 2004**, Florianópolis. Florianópolis: GESSULLI, 2004. Disponível em:<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_k5m39r0c.pdf>. Acessado em 30 jun 2008.

BARRETO, M.S.R.; MENTEN, J.F.M., RACANICCI, A.M.C.; PEREIRA, P.W.Z.; RIZZO, P.V. Plant extracts used as growth promoters in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 109-114, 2008.

BHAT, B.G.; CHANDRASEKHARA, N. Studies on metabolism of piperine: absorption, tissue distribution and excretion of urinary conjugates in rats. **Toxicology**, Limerick, v.40, n. 1, p.83-92, 1986.

BIGGS, P.; PARSONS, C.M. The effects of several organic acids on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 2581-2589, 2008.

BITSCH, R. Pflanzenphenole und ihre gesundheitliche Wirkung. **Naturwissenschaftliche Rundschau**, Stuttgart, v. 49, n. 2, p. 47-51, 1996.

BOLING-FRANKENBACH, S.D.; SNOW, J.L.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The effect of citric acid on the calcium and phosphorus requirements of chicks fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 6, p. 783-788, 2001.

BORATTO, A.J.; LOPES, D.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; ALBINO, L.F.T.; SÁ, L.M.; OLIVEIRA, G.A. Uso de antibiótico, de probiótico e de homeopatia em frangos de corte criados em ambiente de conforto, inoculados ou não com *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1477-1485, 2004.

BOTSOGLUO, N.A.; FLOROU-PANERI, P.; CHRISTAKI, E.; GIANNENAS, I.; SPAIS, A.B. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oil. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 58, n. 3, p. 209-218, 2004.

BULLERMAN, C. U.; LIEU, F. Y.; SEIER, S. Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and cloves oils, cinnamic aldehyde and Eugenol. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 4, p. 1107-1109, 1977.

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. **Anais...** Campinas: CBNA, p. 167-182, 2003.

BURT, S.; REINDERS, R. D. Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157:H7. **Letters in Applied Microbiology**, Malden, v. 36, n. 3, p. 162-167, 2003.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

CARDOSO, V.S.; LIMA, C.A.R.; LIMA, M.E.F.; DORNELES, L.E.G.; TEIXEIRA FILHO, W.L.; LISBOA, R.S.; GUEDES JUNIOR, D..S.; DIREITO, G.M.; DANELLI, M.G.M. Administração oral de piperina em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1521-1526, 2009.

CARRIJO, A. S.; MADEIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; PEZZATO, A. C.; GONÇALVES, J. C.; CRUZ, V. C.; KUIBIDA, K. V.; PINHEIRO, D. F. Alho em pó na alimentação alternativa de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 673-679, 2005.

CARSON, C. F.; MEE, B. J.; RILEY, T. V. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Washington, v. 46, n. 6, p. 1914-1920, 2002.

CENTENO, C.; ARIJA, I.; VIVEROS, A.; BRENES, A. Effects of citric acid and microbial phytase on amino acid digestibility in broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 48, n. 4, p. 469-479, 2007.

CEYLAN, E.; FUNG, D. Y. C. Antimicrobial activity of spices. **Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology**, Malden, v. 12, n. 1, p. 1-55, 2004.

CHAO, S. C.; YOUNG, D. G.; OBERG, C. S. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi, and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, Congers, v. 12, n. 5, p. 639-649, 2000.

CHEN, H. L.; LI, D. F.; CHANG, B. Y.; GONG, L. M.; DAI, J. G.; YI, G. F. Effects of chinese herbal polysaccharides on the immunity and growth performance of young broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 3, p. 364–370, 2003.

CHERRINGTON, C. A.; HINTON, M.; CHOPRA, I. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances Microbial Physiology**, New York, v. 32, n. 32, p. 87 – 108, 1991.

CHOI, I.H.; PARK, W.Y.; KIM, Y.J. Effects of dietary garlic powder and α -tocopherol supplementation on performance, serum cholesterol levels, and meat quality of chicken. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, n. 8, p. 1724-1731, 2010.

CHOWDHURY, R.; ISLAM, K.M.S.; KHAN, M.J.; KARIM, M.R.; HAQUE, M.N.; KHATUN, M.; PESTI, G.M. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 8, p. 1616-1622, 2009.

CHRISTAKI, E.; FLOROU-PANERI, P.; GIANNENAS, I.; PAPAZHARIADOU, M.; BOTSOGLOU, N. A.; SPAIS, A. B. Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. **Animal Research**, Paris, v. 53, n. 2, p. 137–144, 2004.

COLLIGNON, P. Vancomycin-resistance enterococci and use of avoparcin in animal feed: is there a link? **Medical Journal of Australia**, Sydney, v. 171, n. 3, p. 144-146, 1999.

COMBS, G. F. **Vitamin E. In: The vitamins**. London: Academic Press, 1998. Chap.7, p.189-222.

COSENTINO, S.; TUBEROSO, C. I. G.; PISANO, B.; SATTA, M.; MASCIA, V.; ARZEDI, E.; PALMAS, F. In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 130-135, 1999.

COWAN, M.M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v.12, n. 4, p. 564-582, 1999.

CROSS, D.E.; McDEVITT, R.M.; HILLMAN, K.; ACAMOVIC, T. The effect of herb and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 48, n. 4, p. 496-506, 2007.

CYPRIANO, L.; PICCINI, I.; FILHO, L. B. P.; WENDLER, K. R. Uso de aditivo fitogênico em dietas de frangos de corte – 1º ciclo. 27ª Conferência FACTA de Ciência e Tecnologia Avícolas. Porto Alegre, RS. **Anais...**Porto Alegre, 2009, CD ROOM.

DAOUK, R. K.; DAGHER, S. M.; SATTOUT, E. J. Antifungal activity of the essential oil of *Origanum syriacum* L. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 58, n. 10, p. 1147-1149, 1995.

DEPYPERE, H. T.; BRACKE, .E.; BOTERBERG, T.; MAREEL, M. M.; NUYTINCK, M.; VENNEKENS,K., SERREYN, R. Inhibition of tamoxifen's therapeutic benefit by tangeretin in mammary cancer. **European Journal of Cancer**, Oxford, v. 36, suppl. 4, p. 73, 2000.

DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **The Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 11, n. 4, p. 453 – 463, 2002.

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000.

DIONIZIO, M.A. Microbiota Intestinal do Neonato. In: Conferência APINCO 2007 de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...**Santos, p. 329-342, 2007.

DZIEZAK, J. D. **Antioxidants - the ultimate answer to oxidation**. Food Technology, Chicago, v. 40, n. 9, p.94, 1986.

EIDELSBURGUER, U. Feeding short-chain organic acids to pigs. In: WISEMAN, J.; GARNSWORTHY, P.C. (Ed.). **Recent Developments in Pig Nutrition 3**. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. p. 107-121.

FALEIRO, M. L.; MIGUEL, M. G.; LADEIRO, F.; VENANCIO, F.; TAVARES, R.; BRITO, J. C.; FIGUEIREDO, A. C.; BARROSO, J. G.; PEDRO, L. G. Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of Thymus. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 36, n. 1, p. 35– 40, 2003.

FARIA, D.E.; HENRIQUE, A.P.F.; FRAZOLIN NETO, R.; MEDEIROS, A.A.; JUNQUEIRA, O.M.; FARIA FILHO, D.E. Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. Ácidos orgânicos e prebióticos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n.1, p. 29-39, 2009.

FLEMMING, J. S.; FREITAS, J. R. S.; FONTOURA, P.; MONTANHINI NETO, R.; ARRUDA J. S. Use of Mannanoligosaccharides in Broiler Feeding. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 6, n. 3, p. 159-161, 2004.

FREITAS, R.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, P.R. Utilização do alho (*Allium sativum L.*) como promotor de crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 761-765, 2001.

FRIEDMAN, M.; HENIKA, P. R.; MANDRELL, R. E. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica*. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 65, n. 10, p. 1545-1560, 2002.

FUKAYAMA, E. H.; BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A.; KATO, R. K.; MURGAS, L. D. S. Extrato de Orégano como Aditivo em Rações para Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6 (supl.), p. 2316-2326, 2005.

FULLER, R. **Probiotics the Scientific Basis**. 1 ed. London : Chapman & Hall., 1992.

GABRIEL, I.; LESSIRE, M.; MALLET, S.; GUILLOT, J. F. Microflora of the digestive tract: critical factors and consequences for poultry. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 62, n. 3, p. 499-511, 2006.

GAMA, N. M. S. Q.; OLIVEIRA, M. B. C.; SANTIN, E.; BERCHIERI Jr., A. Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 499 – 502, 2000.

GARCIA, R. G.; ARIKI, J.; MORAES, V. M. B.; KRONKA, S. N.; BORGES, S. A.; MURATA, L. S. CAMPOS, V. A. Ação isolada ou combinada de ácidos orgânicos e promotor de crescimento em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 149 – 154, 2000.

GARCÍA, V.; CATALÁ-GREGORI, P.; HERNÁNDEZ, F.; MEGÍAS, M. D.; MADRID, J. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology and meat yield of broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 16, n. 4, p.555-562, 2007.

GIANNENAS, I.; FLOROU-PANERI, P.; PAPAZHARIADOU, M.; CHRISTAKI, E.; BOTSOGLUO, N. A.; SPAIS, A. B. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 57, n. 2, p. 99-106, 2003.

GOWDA, N. K. S.; MALATHI, V.; SUGANTHI, R. U. Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, n. 3-4, p. 281–291, 2004.

GUNAL, M.; YAYLI, G.; KAYA, O.; KARAHAN, N.; SULAK, O. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acids supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, n. 2, p. 149-155, 2006.

GUO, F.C.; KWAKKEL, R.P.; WILLIAMS, B.A.; PARMENTIER, H.K.; LI, W.K.; YANG, Z.Q.; VERSTEGEN, M.W.A. Effects of Mushroom and Herb Polysaccharides on Cellular and Humoral Immune Responses of *Eimeria tenella*-Infected Chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 7, p. 1124 – 1132, 2004.

HERNANDEZ, F.; MADRID, J.; GARCÍA, V.; ORENCO, J.; MEGÍAS, M. D. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 2, p. 169-174, 2004.

HERRMANN, K. **Pflanzlichen Lebensmitteln vorkommende Flavonoide als Antioxidantien**. *Gordian*, Hamburgo, v. 93, n. 7-8, p. 108–111, 1994.

HIRANO, T.; ABE, K.; OKA, K. Citrus flavone tangeretin inhibits leukaemic HL-60 cell growth partially through induction of apoptosis with less cytotoxicity on normal lymphocytes. **British Journal of Cancer**, London, v. 72, n. 6, p. 1380-1388, 1995.

HOLLMAN, P. C. H.; KATANM.B. Absorption, metabolism and health effects of dietary flavonoids in man. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, Paris, v.51, n. 8, p.305-310, 1997.

ISMAIL, S. A. S.; DEAK, T.; EL-RAHMAN, H. A. A.; YASSIEN, M. A. M.; BEUCHAT, L. R. Effectiveness of immersion treatments with acids, trisodium phosphate, and herb decoctions in reducing populations of *Y. lipolytica* and naturally occurring aerobic microorganisms on raw chicken. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 64, n. 1-2, p. 13-19, 2001.

IWASE, Y.; TAKEMURA, Y.; JU-ICHI, M.; YANO, M.; ITO, C.; FURUKAWA, H.; MURUKAINAKA, T.; KUCHIDE, M.; TOKUDA, H.; IVISHINO, H. – Cancer chemopreventive activity of 3, 5, 6, 7', 8', 3', 4'-heptamethoxyflavone from the pul of *Citrus* plant. **Cancer letter**, Virginia, v. 163, n. 1, p. 7-9, 2001.

JAMROZ, D.; WILICZKIEWICZ, A.; WERTELECKI, T.; ORDA, J.; SKORUPINSKA, J. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and domestic grains. **British Poultry Science**, London, v. 46, n. 4, p. 485–493, 2005.

JAMROZ, D.; WERTELECKI, T.; HOUSZKA, M.; KAMEL, C. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 90, n. 5-6, p. 255–268, 2006.

JERKOVIC, I.; MASTELIC, J.; MILOS, M. The impact of both the season of collection and drying on the volatile constituents of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* grown wild in Croatia. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 36, n. 6, p. 649-654, 2001.

JOE, B.; LOKESH, B. R. Effect of curcumin and capsaicin on arachidonic acid metabolism and lysosomal enzyme secretion by rat peritoneal macrophages. **Lipids**, Champaign, v. 32, n. 11, p. 1173-1180, 1997.

JÓSEFIAK, D.; KACZMAREK, S.; RUTKOWSKI, A. The effects of benzoic acid supplementation on the performance of broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and animal Nutrition**, Berlin, v. 94, n. 1, p. 29-34, 2010.

KARIMI, A.; YAN, F.; COTO, C.; PARK, J.H.; MIN, Y.; LU, C.; GIDDEN, J.A.; LAY Jr., J.O.; WALDROUP, P.W. Effects of level and source of oregano leaf in starter diets for broiler chicks. **The Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 19, n. 3, p. 137-145, 2010.

KIM, J. M.; MARSHALL, M. R.; CORNELL, J. A.; PRESTON, J. F.; WEI, C. I. Antibacterial activity of carvacrol, citral, and geraniol against *Salmonella* Typhimurium in culture medium and on fish cubes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, n. 6, p. 1364-1374, 1995.

KOHLERT, C.; VAN RENSEN, I.; MARZ, R.; SHINDLER, G.; GRAEFE, E. U.; VEIT, M. Bioavailability and pharmacokinetics of natural volatile terpenes in animal and humans. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 66, n. 6, p. 495-505, 2000.

KHOSRAVI, A.; BOLDAJI, F.; DASTAR, B.; HASANI, S. Immune response and performance of broiler chicks fed protexin na propionic acid. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 9, n. 2, p. 188-191, 2010.

KUTTAN, R.; BHANUMATHY, P.; NIRMALA, K.; GEORGE, M.C. Potential anti-cancer activity of turmeric (*Curcuma longa*). **Cancer Letters**, Virginia, v. 29, n. 2, p. 197-202, 1985.

LAN, Y.; VERSTEGEN, M. W. A.; TAMMINGA, S.; WILLIAMS, B. A. The role of the commensal gut microbial community in broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 61, n. 1, p. 95-104, 2005.

LABUZA, T. P.; HEIDELBA, N. D.; SILVER, M.; KAREL, M. Oxidation at intermediate moisture contents. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Washington, v. 48, n. 2, p.86-89, 1971.

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. **Anais...** Santos, p. 21-33, 2005.

LAPARRA, J.; MICHAUD, J.; MASQUELIER, J. Action of oligomeric procyanidins on vitamin C deficient guinea pig. **Bulletin de la Societe de Pharmacie de Bordeaux**, Bordeaux, v. 118, n. 1-2, p. 7-13, 1979.

LIEM, A.; PESTI, G.M.; EDWARDS JR., H.M. The effect of several organic acids on phythase phosphorus hydrolysis in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 4, p. 687-693, 2008.

LOPEZ-BOTE, C. J.; GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; FLEGAL, C. J. Effects of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. **British Poultry Science**, London, v. 39, n. 2, p. 235-240, 1998.

LU, Y.; FOO, L. Y. The polyphenol constituents of grape pomace. **Food Chemistry**, Kidlington, v.65, n.1, p.1-8, 1999.

LUNA, A.; LÁBAQUE, M. C.; ZYGADLO, J. A.; MARIN, R. H. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, n. 2, p.366-370, 2010.

MAIORKA, A.; SANTIN, A. M. E.; BORGES, S. A.; OPALINSKI, M.; SILVA, A. V. F. Emprego de uma mistura de ácido fumárico, láctico, cítrico e ascórbico em dietas iniciais de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 31-37, 2004.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D.C. DIAS, J. E. **Plantas Medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 220p.

MENDES, A. A. O ajuste do uso de aditivos em rações e as preferências do consumidor. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...**Goiânia, p. 183-186, 2005.

MERCK INDEX. 12.ed. Withehouse Station, 1996. p.980.

MITSH, P.; ZITTERL-EGLESEER, K.; KÖHLER, B.; GABLER, C.; LOSA, R.; ZIMPERNIK, I. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 4, p. 669-675, 2004.

MUHL, A.; LIEBERT, F. Growth nutrient utilization and threonine requirement of growing chicken fed threonine limiting diets with commercial blends of phytogetic feed additives. **The Journal of Poultry Science**, Ibaraki, v. 44, n. 3, p. 297-304, 2007.

NAIR, N.; MAHAJAN, S.; CHAWDA, R.; KANDASWAMI, C.; SHANAHAN, T. C.; SCHWARTZ, S. Grape Seed Extract Activates Th1 Cells In Vitro. **Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology**, Washington, v. 9, n. 2, p. 470-476, 2002.

NASCIMENTO, G. G. F.; LOCATELLI, J.; FREITAS, P. C.; SILVA, G. L. Antibacterial activity of plant extract and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 247-256, 2000.

NCCLS – NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**. Approved standard M7-A4. Wayne, Pa: National Committee for Clinical Laboratory Standard, 1997. 32p.

NAZER, A. I.; KOBILINSKY, A.; THOLOZAN, J. L.; DUBOIS-BRISSONNET, F. Combinations of food antimicrobials at low levels to inhibit the growth of *Salmonella* sv. Typhimurium: a synergistic effect? **Food Microbiology**, London, v. 22, n. 5, p. 391-398, 2005.

NELSON, D.A.; COX, M.M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 4^a Edição, São Paulo :Ed. Savier, 2006, 1202p.

NITSAN, Z.; DUNNUNGTTON, E.; SIEGEL, P. Organ growth and digestive enzyme levels to 15 days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n.10, p. 2040-2048, 1991.

OVIEDO-RONDÓN, E. O.; HUME, M. E.; HERNÁNDEZ, C.; CLEMENTE-HERNÁNDEZ, S. Intestinal Microbial Ecology of Broilers Vaccinated and Challenged with Mixed *Eimeria* Species, and Supplemented with Essential Oil Blends. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 5, p. 854-860, 2006.

PANIZZI, L.; CAPONI, C.; CATALANO, S.; CIONI P.L.; MORELLI, I. In Vitro antimicrobial activity of extracts and isolated constituents of *Rubus ulmifolius*. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 79, n. 2, p. 165-168, 2002.

PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research reviews**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 117-145, 1999.

PARTANEN, K. Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs. In: PIVA, A.; BACH KNUDSEN, K.E.; LINDEBERG, J.E. (Ed.). **Gut Environment of Pigs**. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. p. 201-217.

PENNA, C.; MARINO, S.; VIVOT, E.; CRUAÑES, M. C.; MUÑOZ, J. D.; FERRARO, G.; GUTKIND, G.; MARTINO, V. Antimicrobial activity of argentine plants used in the treatment of infectious diseases. Isolation of active compounds from *Sebastiania brasiliensis*. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 77, n. 1, p. 37-40, 2001.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. Influence of dietary spices or their active principles on digestive enzyme of small intestinal mucosa in rats. **International Journal of Food Science and Nutrition**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 55-59, 1996.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. Digestive stimulant action of spices: A myth or reality? **Indian Journal of Medical Research**, New Delhi, v. 119, n. 5, p. 167-179, 2004.

RAHMANI, H.R.; SPEER, W. Natural additives influence the performance and humoral immunity of broiler. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 4, n. 9, p. 713-717, 2005.

RHODES, M. J. C. Physiologically-active compounds in plant food: an overview. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 55, n. 1B, p. 371-384, 1996.

RICE-EVANS, C. A.; NICHOLAS, J. M.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v.20, n. 7, p.933-956, 1996.

RICKE, S. C. Perspectives on the Use of Organic Acids and Short Chain Fatty Acids as Antimicrobials. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 4, p. 632 – 639, 2003.

RIZZO, P.V.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; TRALDI, A.B.; SILVA, C.S.; PEREIRA, P.W.Z. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 801-807, 2010.

ROTAVA, R.; ZANELLA, I.; CAMPOS, E.G.; MANFRON, M.P.; ALVES, S.H. Subprodutos da uva como promotores de crescimento em dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 145-150, 2009.

RUSSEL, J.B. Another explanation of the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 73, n. 5, p. 363-370, 1992.

RUTZ, F.; FERKET, P.R.; SANTOS, AA; OVIEDO-RONDON, E. Antimicrobianos nas rações de aves e suínos. In: 43ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa. **Anais...** Paraíba, 2006.

SAHIN, K.; AKDEMIR, F.; ORHAN, C.; TUZCU, M.; HAUIRLI, A.; SAHIN, N. Effects of dietary resveratrol supplementation on egg production and antioxidant status. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, n. 6, p. 1190-1198, 2010.

SALAZAR, P.C.R.; ALBUQUERQUE, R.; TAKEARA, P.; TRINDADE NETO, M.A.; ARAÚJO, L.F. Efeito dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 463-471, 2008.

SALMERON, J.; JORDANO, R.; POZO, R. Antimycotic and antiaflatoxigenic activity of oregano (*Oreganum vulgare*, L.) and thyme (*Thymus vulgaris*, L.). **Journal of Food Protection**, De Moines, v. 53, n. 8, p. 697-700, 1990.

SAMANTA, S.; HALDAR, S.; GHOSH, T.K. Production and carcass traits in broiler chickens given diets supplemented with inorganic trivalent chromium and an organic acid blend. **British Poultry Science**, London, v. 49, n. 2, p. 155-163, 2008.

SANTOS, E. C.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.; RODRIGUES, P. B.; DIAS, E. S.; MURGAS, L. D. S. Uso de aditivos promotores de crescimento sobre o desempenho, características de carcaça e bactérias totais do intestino de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 223-231, 2005.

SANTURIO, J. M.; SANTURIO, D. F.; POZZATTI, P.; MORAES, C.; FRANCHIN, P. R.; ALVES, S. H. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella* enterica de origem avícola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 803-808, 2007.

SATO, M.; BAGCHI D.; TOSAKI, A.; DAS, D.K., Grape seed proanthocyanidin reduces cardiomyocyte apoptosis by inhibiting ischemia/reperfusion-induced activation of JNK-1 and C-JUN. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 31, n. 6, p.729–737, 2001.

SCHWARZER, K. The role of organic acids and natural principles in animal health and performance. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, IV, 2005, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: Embrapa Suínos e Aves, 2005. Disponível em:<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_d7s76u1h.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2008.

SIVROPOULOU, A.; NIKOLAOU, C.; PAPANIKOLAOU, E.; KOKKINI, S.; LAMARAS, T.; ARSENAKIS, M. Antimicrobial, cytotoxic and antiviral activities of *Salvia fruticosa* essential oil. **Journal of Agriculture Food Chemical**, Washington, v. 45, n. 8, p. 3197-3201, 1997.

SCHEUERMANN, G. N.; JUNIOR, A. C.; CYPRINO, L.; GABBI, A. M. Phytogetic additive as an alternative to growth promoters in broiler chickens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 552-527, 2009.

SMULIKOWSKA, S.; CZERWIŃSKI, J.; MIECZKOWSKA, A. Effect of an organic acid blend and phytase added to a rapeseed cake-containing diet on performance, intestinal morphology, caecal microflora activity and thyroid status of broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 94, n. 1, p. 15-23, 2010.

SOLOMONS, T. W.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**. 8ª Edição, Rio de Janeiro : Ed. LTC, 2006, v. 1, 715p; v. 2, 542p.

SRINIVASAN, K.; SAMBAIAH, K. The effect of spices on cholesterol levels 7a-Hidroxilase activity and on serum e hepatic cholesterol levels in the rat. **International Journal Vitamin Nutrition Research**, Bern, v. 61, n. 4, p. 364-369, 1991.

TEBIB, K.; ROUANET, J. M.; BESANCON, P. Antioxidant effects of dietary polymeric grape seed tannins in tissues of rats fed a high cholesterol-vitamin E-deficient diet. **Food Chemistry**, Kidlington, v.59, n.1, p.135–141, 1997.

THOMPSON, J. L.; HINTON, M. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on salmonellas in the crop. **British Poultry Science**, London, v. 38, n. 1, p. 59 – 65, 1997.

TOLEDO, G. S. P.; COSTA, P. T. C.; SILVA, L. P.; PINTO, D.; FERREIRA, P.; POLETO, C. J. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1760-1764, 2007.

ULTEE, A.; KETS, E. P. W.; SMID, E. J. Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 65, n. 10, p. 4606-4610, 1999.

ULTEE, A.; SLUMP, R. A.; STEGING, G.; SMID, E. J. Antimicrobial activity of carvacrol toward *Bacillus cereus* on rice. **Journal of Food Protection**, De Moines, v. 63, n. 5, p. 620-624, 2000.

UHL, S. Spices: tools for alternative or complementary medicine. **Food Technology**, Chicago, v. 54, n. 5, p. 61-62, 2000.

VALE, M. M.; MENTEN, J. F. M.; MORAIS, S. C. D.; BRAINER, M. M. A. Mixture of formic and propionic acid as additives in broiler feeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 371 – 375, 2004.

VIEIRA, S.L.; OYARZABAL, O.A.; FREITAS, D.M.; BERRES, J.; PEÑA, J.E.M.; TORRES, C.A.; CONEGLIAN, J.L.B. Performance of broilers fed diets supplemented with sanguinarine-like alkaloids and organic acids. **The Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 17, n. 1, p. 128-133, 2008.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4 (supl.), p. 1097-1104, 2007.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L.; TORRES, C. A.; FREITAS, D. M.; BERRES, J. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético

e fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 296-302, 2008.

XIAO, C.; BAO, G.; HU, S. Enhancement of immune responses to NewCastle disease vaccine by a supplement of extract of *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng. Seeds. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 11, p. 2293-2297, 2009.

WANG, R.; LI, D.; BOURNE, S. Can 200 years of herbal medicine history help us solve problems in year 2000? In: Alltech's Annual Symposium. **Anais...** Nottingham: Alltech, p. 168-184, 1998.

WENDLER, K. R. Botânicos, da medicina tradicional a melhoradores de desempenho na produção animal. In: III Congresso Latino-Americano de Suinocultura. **Anais...** Foz do Iguaçu, p. 213-224, 2006.

WISEMAN, S. A.; BALENTTINE, D. A.; FREI, B. Antioxidants in tea. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, v. 37, n. 8, p. 705-718, 1997.

YOUN, H. J.; NOH, J. W. Screening of the anticoccidial effects of herb extract against *Eimeria tenella*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 96, n. 4, p. 257-263, 2001.

ZAIKA, L. L. Spices and Herbs: Their antimicrobial activity and its determination. **Journal of Food Safety**, Malden, v. 9, n. 2, p. 97-117, 1988.

ZHOU, F.; JI, B.; ZHANG, H.; JIANG, H.; YANG, Z.; LI, J.; LI, J.; YAN, W. The antibacterial effect of cinnamaldehyde, thymol, carvacrol and their combinations against the foodborne pathogen *Salmonella* Typhimurium. **Journal of Food Safety**, Malden, v. 27, n. 2, p. 124-133, 2007.

CAPÍTULO II

**METABOLIZABILIDADE DE NUTRIENTES DA DIETA, DESEMPENHO E
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE FRANGOS DE CORTE
SUPLEMENTADOS COM ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS
ORGÂNICOS**

RESUMO – O experimento teve por objetivo avaliar a influência dos aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO), isolados ou associados, sobre a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta bem como, avaliar o desempenho e características de carcaça de frangos de corte. Foram realizados dois ensaios em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ com cinco tratamentos sendo constituídos de dieta controle (DC); DC + AF; DC + AO; DC + AF + AO; DC + avilamicina + monensina sódica. No experimento I foram realizados dois ensaios de metabolismo para determinar os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta nas fases inicial e crescimento, utilizando 125 frangos de corte machos. No experimento II foram utilizados 2520 pintos de um dia de idade alojados em 40 unidades experimentais e, avaliou-se o desempenho e características de carcaça. Os aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos isolados ou associados melhoram a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta e substituem os antibióticos melhoradores de desempenho. O uso de ácidos orgânicos isoladamente ou associados aos aditivos fitogênicos em dietas de frangos de corte melhoram o desempenho das aves em relação a dietas isentas de antibióticos melhoradores de crescimento aos 42 dias de idade. Aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos isolados e associados proporcionam melhores características de carcaça.

Palavras-chave: acidificantes, aditivos, antibióticos, extratos vegetais, desafio sanitário, metabolismo.

**NUTRIENT METABOLIZATION, GROWTH PERFORMANCE AND
CARCASS CHARACTERISTICS OF BROILERS CHICKENS
SUPPLEMENTED WITH PHYTOGENICS ADDITIVE AND ORGANIC ACIDS**

ABSTRACT – The experiment evaluated the influence of isolated or associated phytoGENICS additive (FA) and organic acids (OA) on nutrient metabolization, performance and carcass characteristics of broiler chickens. Two experiments were conducted in a completely randomized design with 2 x 2 + 1 factorial arrangement of treatments. There were five treatments described as follows: control diet (CD), CD+FA, CD+OA, CD+FA+OA and CD + avilamicin + monesin sodium. In the first experiment a total of 125 male broilers were divided in two metabolism trials to determine the coefficients of metabolizability of the nutrients of starter and grower diets. In the second experiment, 2520 one-day-old chicks were housed in 40 experimental units to evaluate the performance and carcass characteristics. The phytoGENICS additive and organic acids, isolated or combined, improve the nutrient metabolization of the diet and replace the antibiotics for growth promotion. The use of isolated organic acids or combined with phytoGENICS additive in diets for broilers improve the chicken performance compared with free growth promoter diets at 42 days old. Isolated or associated phytoGENICS additive (FA) and organic acids (OA) provided better carcass characteristics.

Keywords: acidificant, additive, antibiotics, herbal extract, sanitary challenge, metabolism

INTRODUÇÃO

A avicultura mundial e brasileira apresenta grandes avanços na produção de frangos de corte, graças ao aperfeiçoamento de técnicas de manejo, melhoria no controle sanitário, ambiência das instalações, melhoramento genético, nutrição e alimentação. Entretanto, com a seleção de aves mais precoces e maior densidade de alojamento, tem-se elevado os problemas sanitários e condenações de abatedouros, refletindo em aumento na utilização de antibióticos melhoradores de desempenho (AMD), anticoccidianos e quimioterápicos de uso terapêutico. No entanto, os mercados consumidores internacionais, principalmente a União Européia têm banido a utilização dos AMD na produção avícola, devido ao risco para a saúde humana pela possibilidade de deixarem resíduos na carne e ovos e induzirem à resistência cruzada em bactérias patogênicas aos humanos.

Diante destes problemas enfrentados pelo aumento da produção e pressão de mercado, a busca de aditivos alternativos para substituir os AMD tem impulsionado as pesquisas de novos produtos, destacando-se dentre eles os aditivos fitogênicos (AF) que melhoram a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta, aumentam a atividade de enzimas digestivas e secreção de suco gástrico e pancreático, além de proteger as microvilosidades intestinais e melhorarem o desempenho das aves por ação antibacteriana (HERNÁNDEZ et al., 2004; TOLEDO et al., 2007).

O efeito dos aditivos fitogênicos no desempenho de frangos de corte são superiores quando confrontados com frangos alimentados com dietas isentas de aditivos e, desempenho próximo com os resultados obtidos utilizando AMD (HERNÁNDEZ et al. 2004). Entretanto, devido a maioria das pesquisas serem realizadas em ambientes com baixo desafio sanitário os resultados zootécnicos são semelhantes entre os aditivos e dietas sem suplementação (FUKAYAMA et al., 2005; TOLEDO et al., 2007).

A utilização de ácidos orgânicos (AO) isoladamente ou misturas de ácidos têm apresentado resultados positivos na produção avícola (VIOLA & VIEIRA, 2007), pois reduzem pH intestinal diminuindo o crescimento de bactérias tolerantes a mudanças de pH (PIRGOZLIEV et al., 2008; AO et al., 2009) e, conseqüentemente, proporcionando melhor estado de saúde intestinal para a ave obter o máximo de absorção dos nutrientes. Além disso, ácidos orgânicos na forma não dissociada podem penetrar na membrana

lipídica de bactérias e diminuir pH intracelular levando as bactérias à morte (RICKE, 2003).

Outros benefícios dos ácidos orgânicos são a estimulação de secreção pancreática e melhora nas vilosidades do trato gastrintestinal (DIBNER & BUTTIN, 2002). Entretanto, existem resultados controversos com o uso de acidificantes em frangos e, de acordo com Hernández et al. (2006), estes efeitos são dependentes da forma química do ácido, valores de pKa, espécie de bactéria a ser destruída, espécie animal e local de ação dos ácidos. Devido a estes mecanismos de ação visando o controle dos patógenos do trato gastrintestinal reflete na melhora do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (MAIORKA et al., 2004; VIOLA & VIEIRA, 2007; VIOLA et al., 2008).

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos isolados ou associados sobre a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta nas fases inicial e de crescimento bem como, avaliar o desempenho e características de carcaça de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados no presente experimento foram aprovados pela Câmara de Ética em Experimentação Animal (processo N. 183/2008-CEEA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Campu Botucatu.

Foram realizados dois experimentos com frangos de corte da linhagem Cobb. O primeiro experimento foram realizados dois ensaios de metabolismo com frangos de corte, conduzidos na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Univ Estadual Paulista, Campus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves. O segundo experimento foi avaliado o desempenho e características de carcaça, e este foi conduzido na empresa Korin Agropecuária Ltda, localizada no município de Ipeúna – SP e no abatedouro experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.

O delineamento experimental utilizado para ambos experimentos foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 + 1 (aditivos fitogênicos x ácidos orgânicos + dieta com AMD e anticoccidiano) com cinco tratamentos. Os tratamentos

consistiram de uma dieta controle (DC); DC + aditivos fitogênicos¹ (AF) constituídos de extrato de cúrcuma, extrato de citros e extrato de semente de uva + óleo essencial de canela-da-china, folhas de boldo do Chile, sementes de feno-grego; DC + mistura de ácidos orgânicos² (AO) compostos com 30,0% de ácido láctico, 25,5% de benzóico, 7% de fórmico, 8% de cítrico e 6,5% de acético; DC + AF + AO; DC + avilamicina³ + monensina sódica⁴. As dietas basais foram formuladas à base de milho e farelo de soja e a composição dos alimentos e as exigências nutricionais foram obtidas a partir das recomendações ajustadas de Rostagno et al. (2005) (Tabela 1). As dietas experimentais contendo acidificantes foram formuladas levando em consideração os teores de cálcio, sódio e o valor de EMA da mistura dos ácidos orgânicos.

Para o primeiro experimento foram realizados dois ensaios de metabolismo com 125 frangos de corte machos da linhagem Cobb. As aves foram alojadas em gaiolas de metabolismo acondicionadas em câmara climática, munidas de comedouro frontal, bebedouro tipo *nipple* e bandejas para o recolhimento das excretas. As aves foram vacinadas no incubatório contra as doenças de Marek e Gumboro e mantidas em temperatura de conforto durante todo período de criação e execução experimental.

Foram utilizados cinco tratamentos e cinco repetições de cinco aves cada. Os ensaios foram realizados em dois períodos: 11 a 21 dias e 25 a 35 dias de idade, com cinco dias de adaptação às dietas experimentais e cinco dias para coleta das excretas, utilizando o método de coleta total de excretas (ALBINO, 1991). Para o primeiro e o segundo ensaio de metabolismo foram utilizados cinco e três aves por unidade experimental, respectivamente, para adequação do espaço para cada ave dentro das gaiolas.

¹Imunostart[®] + Enterocox[®] (Phytosynthese).

²Premium Sal-Ácido 8[®] (Nutriacid).

³Surmax 200[®] (Elanco). Avilamicina a 20%. Inclusão de 10 ppm de avilamicina.

⁴Monenpac MC 400[®]. Monensina sódica a 40%. Inclusão de 250g/ton.

Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais das dietas basais.

Ingredientes	Pré-inicial		Inicial		Crescimento		Final	
	A ¹	B ²	A	B	A	B	A	B
Milho	55,96	55,67	56,93	56,62	59,86	59,73	64,32	64,24
Farelo de soja 45%	37,32	37,35	35,55	35,60	31,95	31,97	27,87	27,88
Calcário calcítico	0,94	0,84	0,90	0,80	0,85	0,78	0,81	0,77
Fosfato bicálcico	1,95	1,95	1,84	1,84	1,70	1,70	1,54	1,54
Óleo de soja	2,23	2,28	3,47	3,53	4,42	4,43	4,29	4,30
DL-Metionina (99,0%)	0,23	0,24	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16
L-Lisina HCl (78,4%)	0,37	0,37	0,21	0,21	0,20	0,20	0,26	0,26
L-Treonina (98,5%)	0,15	0,15	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,07
Cloreto de colina (60%)	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
Bicarbonato de sódio	0,08	0,03	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,45	0,46	0,44
Inerte	0,10	0,45	0,15	0,50	0,15	0,35	0,08	0,20
Suplemento vitamínico ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,05	0,05
Suplemento mineral ⁴	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição nutricional calculada								
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2960	2955	3050	3045	3150	3147	3200	3198
Proteína bruta (%)	22,11	22,11	21,14	21,14	19,73	19,73	18,31	18,31
Fibra bruta (%)	3,02	3,12	2,96	3,06	2,82	2,88	2,65	2,69
Lisina dig. (%)	1,36	1,36	1,19	1,19	1,10	1,10	1,05	1,05
Metionina dig. (%)	0,54	0,54	0,46	0,46	0,44	0,44	0,42	0,42
Met+Cis dig. (%)	0,84	0,84	0,75	0,75	0,71	0,71	0,68	0,68
Treonina dig. (%)	0,88	0,88	0,77	0,77	0,71	0,71	0,68	0,68
Triptofano dig. (%)	0,24	0,24	0,23	0,23	0,21	0,21	0,19	0,19
Ácido linoléico (%)	2,48	2,49	3,15	3,17	3,69	3,69	3,67	3,68
Cálcio (%)	0,94	0,90	0,90	0,86	0,84	0,81	0,77	0,76
Fósforo disp. (%)	0,47	0,47	0,45	0,45	0,42	0,42	0,39	0,39
Potássio (%)	0,84	0,84	0,81	0,81	0,75	0,75	0,69	0,69
Sódio (%)	0,22	0,20	0,22	0,20	0,21	0,20	0,20	0,19
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31

¹A: ração basal dos tratamento CN, controle negativo; AMD, antibiótico melhorador de desempenho; AF, aditivos fitogênicos. ²B: ração basal dos tratamentos AO, ácidos orgânicos; AF+AO, aditivos fitogênicos + ácidos orgânicos. Considerou-se os níveis nutricionais da mistura de ácidos orgânicos (Premium Sal-Ácido 8: EM: 1.200 kcal/kg; Ca: 11% disponível; Na: 4,5%). ³ MC-MIX Frango Inicial 1 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração para as fases pré-inicial e inicial: Vit. A, 11.000 UI ; Vit. D₃, 2.000 UI ; Vit. E, 16 mg ; Ácido fólico, 0,4 mg ; Pantotenato de cálcio, 10 mg ; Biotina, 0,06 mg ; Niacina, 35 mg ; Piridoxina, 2 mg ; Riboflavina, 4,5 mg ; Tiamina, 1,2 mg ; Vit. B12, 16 mcg ; Vit. K3, 1,5 mg ; Se, 0,25 mg ; Antioxidante, 30 mg. MC-MIX Frango Inicial 1 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração fase de crescimento: Vit. A, 8.800 UI ; Vit. D₃, 1.600 UI ; Vit. E, 12,8 mg ; Ácido fólico, 0,32 mg ; Pantotenato de cálcio, 8 mg ; Biotina, 0,048 mg ; Niacina, 28 mg ; Piridoxina, 1,6 mg ; Riboflavina, 3,6 mg ; Tiamina, 0,96 mg ; Vit. B12, 12,8 mcg ; Vit. K3, 1,2 mg ; Se, 0,2 mg ; Antioxidante, 24 mg. MC-MIX Frangos Abate 0,5 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração: Vit. A, 3.000 UI ; Vit. D₃, 500 UI ; Vit. E, 5 mg ; Pantotenato de cálcio, 4 mg ; Biotina, 0,015 mg ; Niacina, 5 mg ; Piridoxina, 0,4 mg ; Riboflavina, 1 mg ; Tiamina, 0,3 mg ; Vit. B12, 3 mcg ; Vit. K3, 0,5 mg ; Se, 0,2 mg ; Antioxidante, 15 mg. ⁴ MC-MIX Mineral Aves 0,5 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração : Cu, 9 mg ; Zn, 60 mg ; I, 1 mg ; Fe, 30 mg ; Mn, 60 mg.

As excretas foram recolhidas duas vezes ao dia (8h e 17h), acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição e armazenadas em freezer (-10°C). Ao final de cada período experimental foi determinada a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade total das excretas produzidas que, posteriormente foram reunidas por repetição, descongeladas, pesadas, homogeneizadas e, uma amostra foi retirada e pesada, sendo colocada em estufa de ventilação forçada a $65 \pm 5^\circ\text{C}$, a fim de se proceder a pré-secagem.

Posteriormente, as amostras foram expostas ao ar para o equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente. Em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas em recipientes para as análises laboratoriais.

Das excretas e rações foram determinados os teores de matéria seca, nitrogênio e extrato etéreo, segundo metodologia de Silva & Queiroz (2002) e energia bruta utilizando-se bomba calorimétrica (IKA[®] - Werke). Foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), determinado pela razão do valor de EMAn e de energia bruta (EB) expressos em porcentagem, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), nitrogênio (CMN), extrato etéreo (CMEE) e balanço de nitrogênio expressos em gramas (BN, g). Os coeficientes foram determinados pela seguinte fórmula (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007):

$$CMNT(\%) = \left[\frac{(NTCON - NTEXC)}{NTCON} \right] \times 100, \text{ onde:}$$

CMNT: coeficiente de metabolizabilidade do nutriente;

NTCON: quantidade do nutriente consumido em gramas;

NTEXC: quantidade do nutriente excretado em gramas;

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) foram calculados utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. (1965) e expressos em kcal/kg com base na matéria natural, calculados pela seguinte fórmula:

$$\text{EMA da ração (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn da ração (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} \pm 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

Em que:

EB = Energia Bruta.

MS = Matéria Seca.

BN = Balanço de nitrogênio = N ingerido – N excretado.

No segundo experimento foram utilizados 2520 pintos de um dia de idade, machos com peso médio inicial de 50 g \pm 1 g, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 + 1 com cinco tratamentos, oito repetições de 63 aves por unidade experimental.

As aves foram vacinadas no incubatório contra doença de Marek e Gumboro e alojadas em boxes de 4,5m² (densidade de 14 aves/m²), com cama de maravalha de 10 cm de espessura, munidos com comedouros tubulares e bebedouros pendulares. A cama de maravalha utilizada neste experimento foi reutilizada e, proveniente de lote de frangos que receberam, via água de bebida, solução aquosa com cama o de uma criação de frangos de corte que desenvolveram sintomatologia clínica de enterite necrótica causada possivelmente por *Clostridium perfringens*, o lote de frangos que desenvolveram a sintomatologia apresentaram baixo grau de mortalidade. Os bebedouros foram lavados a cada dois dias, com o objetivo de aumentar o desafio sanitário.

As dietas experimentais foram divididas em quatro fases: pré-inicial (1 – 10 dias), inicial (11 – 21 dias), crescimento (22 – 35 dias) e final (36 – 42 dias) (Tabela 1). Água e ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período de criação e o programa de luz foi de 24 horas. O programa de inclusão dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos foi utilizado conforme Tabela 2, no entanto, avilamicina e monensina sódica foram administradas constantemente.

Tabela 2. Programa de inclusão dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos nas fases de criação de frangos de corte.

Fase de criação	Imunostart [®]	Enterocox [®]	Premium Sal-ácido 8 [®]
1 – 10 dias	700 g/ton	300 g/ton	3,5 kg/ton
11 – 21 dias	500 g/ton	1000 g/ton	3,5 kg/ton
22 – 35 dias	-	1000 g/ton	2,5 kg/ton
36 – 42 dias	-	500 g/ton	1,5 kg/ton

O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar foi feito por meio de conjunto de termômetros de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro colocados na altura das aves. As temperaturas foram posteriormente convertidas ao índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) de acordo com Buffigton et al. (1981). As temperaturas foram registradas diariamente em dois horários (8 e 17horas) e estão apresentadas na Figura 1. As temperaturas mantiveram-se dentro da faixa de conforto térmico dos frangos em todo período de criação.

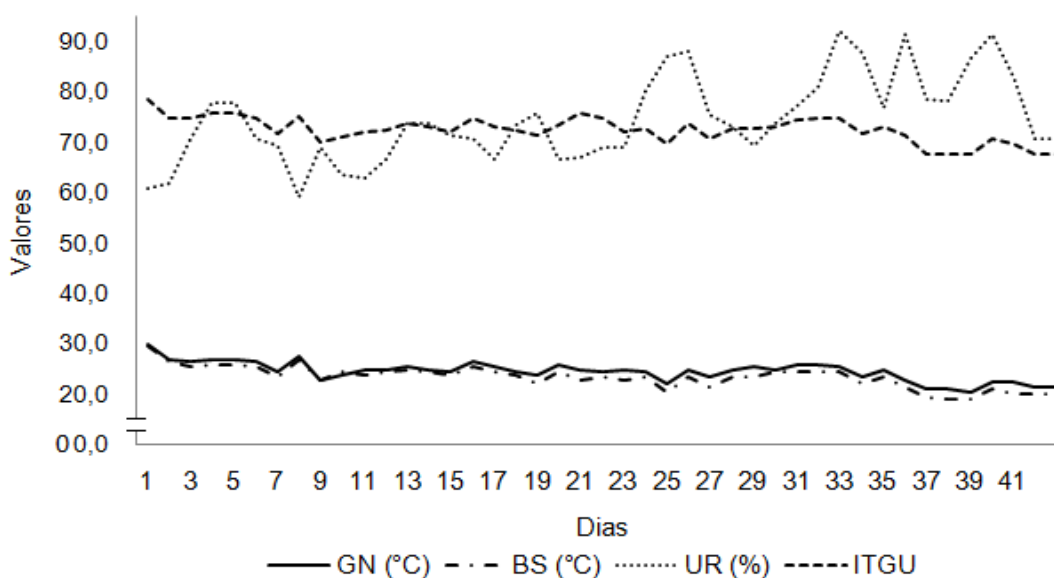


Figura 1. Temperatura de globo negro (GN), bulbo seco (BS), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) em galpão de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos.

Os parâmetros de peso corporal (PC), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) foram determinados aos 7, 14, 21 e 42 dias de idade, e diariamente, foi anotada a mortalidade das parcelas experimentais. Ao final do período de criação (42 dias de idade) foi determinado o fator de produção (FEP) utilizando-se a fórmula: $FEP = ((PC \times VB) / (CA \times idade)) \times 100$.

Ao final do período experimental foram retiradas quatro aves no peso médio de cada repetição, que permaneceram em jejum alimentar de oito horas, posteriormente foram sacrificadas por insensibilização seguida de sangria, depenadas e evisceradas para determinação de rendimento de carcaça, cortes (peito, coxa + sobrecoxa, dorso e asa) e percentual de gordura abdominal (tecido adiposo ao redor da bolsa cloacal, proventrículo, moela e cloaca). O rendimento de carcaça foi determinado pela relação do peso da carcaça eviscerada, sem pés, cabeça e pescoço, pelo peso de jejum das aves. O rendimento de cortes foi determinado em relação ao peso da carcaça eviscerada sem pés, cabeça e pescoço. O rendimento de pés, cabeça+pescoço e gordura abdominal foi determinado em relação ao peso corporal da ave antes do abate.

Os resultados obtidos nos experimentos foram analisados por meio de análise de variância (ANAVA) do procedimento General Linear Model (GLM) com auxílio do programa estatístico SAS (2002) e, quando significativo, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelos testes F a 5% de probabilidade entre os tratamentos alternativos e controle negativo. Para comparar as médias dos tratamentos alternativos com o controle positivo (AMD), foi realizada análise de variância e quando significativo realizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta na fase inicial (11 a 21 dias de idade) estão apresentados Tabela 3. Não houve interação entre AF e AO para as variáveis EMA, EMAn, CMEB, CMMS, BN, CMEE. No entanto, a suplementação de AF influenciou ($P < 0,05$) a EMA, EMAn, CMEB, CMMS e CMEE, sendo que frangos alimentados com AF apresentaram melhores valores para a energia e os coeficientes em

relação às aves isentas de suplementação, corroborando com os resultados de Hernández et al. (2004) que observaram melhora para CMMS e CMEE.

A melhora nestas variáveis pode ser atribuída ao cinamaldeído e a curcumina, principais substâncias ativas da canela e da curcuma, respectivamente. O cinamaldeído estimula a secreção de enzimas pancreáticas e intestinais (JAMROZ et al., 2005) e, a curcumina aumenta a produção de bile no fígado além, da lipase pancreática e intestinal (PLATEL & SRINIVASAN, 2004) e, conseqüentemente, a secreção de sais biliares, deste modo, mesmo sem ter sido realizado teste de produção e atividade enzimática, podemos inferir que o aumento das enzimas e sais biliares promoveram a melhora da absorção dos nutrientes da dieta.

Frangos alimentados com AO apresentaram maiores valores ($P < 0,01$) de EMAN, CMEB e CMEE dos que alimentados com dietas isentas de AO. Porém, o BN em gramas dos frangos alimentados com AO apresentaram menores valores ($P < 0,05$) que os alimentados com dietas isentas de AO. Estes resultados corroboram com estudos de Pirgozliev et al. (2008) que observaram melhora na EMAN de frangos de corte jovens alimentadas com dieta suplementada com ácido fumárico e ácido sórbico e, com estudos realizados por Ao et al. (2009) nos quais o ácido cítrico melhorou a metabolizabilidade da matéria seca e da proteína bruta. Entretanto, Hernández et al. (2006) não observaram diferenças para a metabolizabilidade total e ileal de matéria seca e proteína bruta no período de 16 a 21 dias de idade em frangos alimentados com dois níveis de inclusão de ácido fórmico. Já o valor de EMAN não foi influenciado quando se adicionou ácido cítrico em dietas de frangos de corte aos 21 dias de idade (BIGGS & PARSONS, 2008).

Houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO para o CMN (Tabela 3). Avaliando o fator AO, a adição de AF melhorou o CMN de frangos que receberam dieta contendo este aditivo em relação aos alimentados com dieta controle negativo, o mesmo foi observado quando alimentadas com a associação AF+AO comparadas as alimentadas com AO. Para o fator AF, a associação dos aditivos proporcionou menor coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio nos frangos que recebendo apenas AF, o que demonstra neste caso não haver efeito aditivo para melhorar o CMN, uma vez que, o AO não melhorou a metabolizabilidade quando este foi comparado com a dieta controle. O presente estudo contraria os resultados obtidos por Muhl & Liebert (2007)

que não observaram diferenças na metabolizabilidade de proteína e balanço de nitrogênio de frangos de corte alimentados com AF comerciais.

Comparando os tratamentos alternativos com o AMD (Tabela 3), frangos alimentados com dieta basal (sem suplementação de AF e AO) apresentaram menores valores ($P < 0,05$) para todas as variáveis analisadas em relação aos que receberam AMD, com exceção do BN e CMN para as quais não houve diferenças. O uso de AF reduziu ($P < 0,01$) os valores de EMAn, CMEB e CMEE. Entretanto, o AF influenciou na melhor metabolizabilidade do nitrogênio. Nos frangos alimentados com dietas contendo AO, este aditivo não proporcionou melhora dos valores de EMA, EMAn, CMEB apresentando valores inferiores em relação aos frangos que receberam AMD. A associação AF e AO não se diferenciou estatisticamente para as variáveis estudadas em relação ao controle positivo.

Os resultados apresentados neste estudo contrariam parcialmente os obtidos por Basmacioğlu Malayoğlu et al. (2010) que não observaram diferenças na metabolizabilidade da matéria seca e extrato etéreo em frangos recebendo dietas contendo óleo essencial de orégano, o mesmo observado para a atividade de lipase e amilase. Cross et al. (2007) também não observaram diferenças na EMA, CMMS e CMEB quando avaliaram a influência da metabolizabilidade de diferentes extratos vegetais. No entanto, a mistura dos princípios ativos contidos nos AF do presente estudo pode ter apresentado aumento da atividade enzimática o que proporcionou melhora na metabolizabilidade dos nutrientes.

Houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO para todas as variáveis avaliadas na fase de crescimento (25 a 35 dias de idade), exceto para o BN (Tabela 4). Avaliando o fator AO, frangos alimentados apenas com AF apresentaram os maiores valores para as variáveis EMA, EMAn, CMEB, CMMS, CMN e CMEE que frangos não alimentados com os aditivos. No entanto, a associação AF+AO proporcionou nos frangos menor CMN que frangos alimentados com dietas contendo apenas AO e para a EMAn a associação AF+AO aumentou o valor em comparação aos frangos alimentados com acidificantes. Resultados semelhantes foram encontrados por Hernández et al. (2004) e García et al. (2007) que observaram melhora na metabolizabilidade ileal da matéria seca e proteína bruta de aves alimentadas com aditivos fitogênicos.

No entanto, pesquisas demonstram que o uso de extratos vegetais e óleos essenciais podem não melhorar os valores de energia metabolizável e metabolizabilidade de proteína e matéria seca (CROSS et al., 2007; MUHL & LIEBERT, 2007; BARRETO et al., 2008; RIZZO et al., 2010). Segundo Lee et al. (2003) e Rizzo et al. (2010) dietas com ingredientes altamente digestíveis podem mascarar a melhora que estes aditivos possam proporcionar à metabolizabilidade dos nutrientes, fato este não observado na presente pesquisa mesmo utilizando alimentos de origem vegetal e com alto valor biológico.

Frangos alimentados com dietas suplementadas com AO e não suplementadas com AF apresentaram maiores valores ($P < 0,05$) para EMA, EMAn, CMEB, CMMS, CMN e CMEE em relação aos frangos alimentados com dietas isentas de aditivos, corroborando parcialmente com Ao et al. (2009) que verificaram que o ácido cítrico melhorou a metabolizabilidade de matéria seca e proteína bruta. Porém, quando as aves foram alimentadas com a associação AF+AO, estas apresentaram menor CMN em relação às aves sem suplementação de AO e suplementadas com AF.

Os resultados deste estudo contrariam parcialmente os encontrados por Hernández et al. (2006) que, estudando o nível de inclusão de ácido fórmico em dietas para frangos de corte não observaram melhora na metabolizabilidade das aves alimentadas com ácido em relação a aves alimentadas com avilamicina ou dieta basal.

Quando comparados ao AMD, os aditivos alternativos testados não apresentaram diferenças para os coeficientes de metabolizabilidade, corroborando com García et al. (2007) que estudando a suplementação de ácido fórmico e extratos de plantas isoladamente não observaram diferenças na metabolizabilidade em relação a frangos suplementados com avilamicina e Hernández et al. (2006) que também não observaram diferenças na metabolizabilidade em frangos recebendo ácido orgânico ou avilamicina. Uma destas causas pode ser o baixo desafio sanitário impostos para estas aves e a estimulação da produção de enzimas pancreáticas e intestinais nas aves alimentadas com AF e AO.

As possíveis causas da melhora da metabolizabilidade de nutrientes em dietas de aves alimentadas com aditivos fitogênicos estão associadas ao estímulo e produção das enzimas digestivas como lipase, amilase, tripsina, quimiotripsina e maltase constatados por alguns pesquisadores (LEE et al., 2003; JAMROZ et al., 2005; JANG et al., 2007;

BASMACIOĞLU MALAYOĞLU et al., 2010) além, da ação antimicrobiana e diminuição de pH pelos AF e AO isolados ou associados. Em estudo realizado por Jamroz et al. (2006), os autores verificaram diminuição da colonização de patógenos devido a maior produção de muco e aumento da espessura do estômago e jejuno nas aves alimentadas com aditivos fitogênicos, o que pode ter contribuído para a melhora na metabolizabilidade dos nutrientes.

Considerando os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta no presente estudo, podemos inferir que os fitogênicos proporcionaram melhora na saúde das aves em função da maior produção de enzimas pancreáticas e, melhorando assim, o trato gastrointestinal e conseqüente modulação da microbiota o que é observado desde o início da suplementação na fase inicial, da mesma forma que os acidificantes auxiliaram na melhora da metabolizabilidade na fase de crescimento, esta melhora nos coeficientes de metabolização com uso de ácidos orgânicos pode ter sido influenciada pelo maior conteúdo intestinal havendo necessidade de diminuição do pH nos diferentes segmentos do intestino.

Deste modo, fitogênicos e acidificantes podem atuar como alternativos aos AMD, pois contribuem na melhor absorção de nutrientes que são destinados em grande quantidade para o crescimento muscular sem maiores gastos com renovação tecidual.

Tabela 3. Metabolizabilidade dos nutrientes de dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) para frangos de corte no período de 11 a 21 dias de idade.

	AMD ¹	AF		AO		Média	Probabilidade			CV ² (%)
		Sem	Com	Sem	Com		AF	AO	AFxAO	
EMA ¹	Sem	3085,07 γ	3101,89 γ	3093,48B						
	Com	3159,03	3157,79	3158,40A		<0,001	0,306	0,238	<0,001	0,87
	Média	3122,05	3129,83							
EMAn ¹	Sem	2947,95 γ	2965,79 γ	2956,86B						
	Com	2991,08 γ	3012,68	3001,87A		<0,001	0,011	0,788	<0,001	0,85
	Média	2969,51b	2989,23a							
CMEB ¹	Sem	72,29 γ	72,67 γ	72,48B						
	Com	72,81 γ	73,50	73,15A		0,001	0,005	0,382	0,001	0,85
	Média	72,55b	73,08a							
CMMS ¹	Sem	72,06 γ	72,73	72,39B						
	Com	73,03	73,33	73,18A		0,026	0,148	0,569	0,041	1,16
	Média	72,54	73,03							
BN, g ¹	Sem	39,27	37,05	38,15						
	Com	42,57	37,07	39,18		0,334	0,034	0,340	0,163	9,57
	Média	40,91a	37,05b							
CMN ¹	Sem	58,57B	58,73B	58,65						
	Com	64,67Aa γ	60,73Ab	62,59		<0,001	0,003	0,002	<0,001	2,16
	Média	61,52	59,72							
CMEE ¹	Sem	86,89 γ	89,89	88,39B						
	Com	88,60 γ	91,87	90,23A		<0,001	<0,001	0,717	<0,001	1,19
	Média	87,74b	90,88a							

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; EMA, energia metabolizável aparente; EMAn, energia metabolizável corrigido pelo balanço de nitrogênio; CMEB, coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta; CMMS, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca; BN, balanço de nitrogênio; CMN, coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio; CMEE, coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo. ²CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Metabolizabilidade dos nutrientes de dietas contendo aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos para frangos de corte no período de 25 a 35 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO			Média	Probabilidade			CV ² (%)
			Sem	Com	Bay		AF	AO	AFxAO	
EMA ¹		Sem	3152,92Bby	3281,60ay		3217,25				
	3377,41	Com	3336,08A	3306,85		3321,46	<0,001	0,001	<0,001	1,55
		Média	3244,49	3294,22						
EMAn ¹		Sem	3022,50Bby	3139,24Bay		3080,87				
	3230,80	Com	3187,18A	3179,67A		3183,42	<0,001	<0,001	<0,001	1,45
		Média	3104,83	3059,45						
CMEB ¹	74,77	Sem	71,93Bby	74,21a		73,07				
		Com	75,04A	74,90		74,97	<0,001	0,001	<0,001	1,43
		Média	73,48	74,55						
CMMS ¹	72,73	Sem	69,56Bby	73,63a		71,59				
		Com	74,17A	73,58		73,87	<0,001	<0,001	<0,001	2,01
		Média	71,86	73,60						
BN, g ¹	41,35	Sem	44,99	47,37		46,18				
		Com	48,42	42,66		45,53	0,760	0,425	0,066	16,86
		Média	46,70	45,01						
CMN ¹	60,28	Sem	55,88Bby	60,63Aa		58,25				
		Com	63,16Aa	57,37Bb		60,26	0,004	0,408	<0,001	3,81
		Média	59,51	59,00						
CMEE ¹	92,66	Sem	90,94Bb	94,56a		92,75				
		Com	92,52A	93,16		92,84	0,878	0,002	0,018	1,35
		Média	91,73	93,86						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; EMA, energia metabolizável aparente; EMAn, energia metabolizável corrigido pelo balanço de nitrogênio; CMEB, coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta; CMMS, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca; BN, balanço de nitrogênio; CMN, coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio; CMEE, coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo. ²CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

γ: Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Não houve interação entre os fatores para variáveis de desempenho das aves aos sete dias de idade. A inclusão de AF também não afetou as variáveis de desempenho, exceto para CA (Tabela 5), sendo que os frangos que receberam suplementação de AF apresentaram melhor valor em relação aos sem suplementação. Aves recebendo suplementação de AO apresentaram melhores valores de PC, GP e CA quando comparadas com as alimentadas com dietas ausentes de suplementação. Quando comparados os tratamentos alternativos com as aves alimentadas com AMD, aves que receberam dietas suplementadas com ácidos orgânicos ou a associação AF+AO apresentaram melhores valores para as variáveis de desempenho, com exceção para CR.

Tabela 5. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 7 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC ¹ (g)	177	Sem	179	182 γ	180	0,948	0,007	0,850	0,007	1,45
		Com	179	182 γ	180					
		Média	179b	182a						
GP ¹ (g)	128	Sem	129	132 γ	130	0,994	0,003	0,737	0,005	1,96
		Com	129	132 γ	130					
		Média	129b	132a						
CR ¹ (g)	161	Sem	164	165	164	0,082	0,496	0,328	0,249	4,00
		Com	162	158	160					
		Média	163	161						
CA ¹ (g)	1,256	Sem	1,273	1,247	1,260A	0,020	0,014	0,404	0,008	3,14
		Com	1,250	1,198 γ	1,224B					
		Média	1,261a	1,223b						
VB ¹ (%)	100,00	Sem	100,00	100,00	100,00	0,106	0,106	0,106	0,041	0,23
		Com	99,68 γ	100,00	99,84					
		Média	99,84	100,00						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; PC, peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade.

²CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F (P<0,05).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Entretanto, aves que receberam dietas suplementadas com AF apresentaram menor viabilidade que aves que receberam AMD. Este resultado pode ter sido ocasionado pela mortalidade de pintinhos mais fracos após alojamento.

Os resultados observados na presente pesquisa corroboram parcialmente com Basmacioğlu Malayoğlu et al. (2010) que não observaram diferenças para o CR e CA de aves alimentadas com óleos essenciais e enzimas associados ou não contra dietas sem suplementação, no entanto, aves que foram alimentadas com os aditivos apresentaram melhor peso corporal aos sete dias de idade.

Não houve efeito da suplementação de AF ou AO no desempenho das aves aos 14 dias de idade (Tabela 6), da mesma forma não foram observadas diferenças para as aves suplementadas ou não com os aditivos alternativos com relação às aves alimentadas com dietas contendo AMD.

Tabela 6. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 14 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC ¹ (g)	453	Sem	445	454	450	0,265	0,128	0,311	0,244	2,18
		Com	453	455	454					
		Média	449	455						
GP ¹ (g)	404	Sem	395	405	400	0,278	0,105	0,276	0,204	2,44
		Com	403	405	404					
		Média	399	405						
CR ¹ (g)	583	Sem	578	601	589	0,180	0,331	0,106	0,100	3,91
		Com	605	599	602					
		Média	591	600						
CA ¹ (g)	1,45	Sem	1,47	1,49	1,48	0,474	0,975	0,306	0,397	3,69
		Com	1,50	1,48	1,49					
		Média	1,48	1,48						
VB ¹ (%)	99,54	Sem	99,47	99,31	99,39	0,789	0,792	0,805	0,987	0,81
		Com	99,47	99,47	99,47					
		Média	99,47	99,39						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; PC, peso corporal; GP, ganho de peso; GPD, ganho de peso diário; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade.

²CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F (P<0,05).

γ: Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Um dos fatores que pode ter contribuído para a ausência de diferenças é a constatação de mortalidade em todos os tratamentos por ocorrência de enterite necrótica diagnosticada clinicamente (sintomatologia e alterações anatomopatológicas) o que prejudicou o desempenho das aves neste período. No entanto, as aves que receberam

dietas contendo AMD apresentaram melhora no desempenho aos 14 dias de idade em relação à primeira semana de idade, demonstrando que mesmo com sintomatologia de enterite necrótica, o AMD proporcionou melhora no desempenho destas aves no período.

Os resultados corroboram os encontrados por Basmacioğlu Malayoğlu et al. (2010) no período de 7 a 14 dias de idade e Kumar et al (2010) que também não observaram diferenças no peso corporal e conversão alimentar aos 14 dias de idade em aves alimentadas com virginamicina, extrato vegetal derivado de alho e dieta sem aditivo e, por Liem et al. (2008), que observaram que a adição de ácido cítrico, málico e fumárico isoladamente não melhorou o peso corporal das aves aos 16 dias de idade.

Não houve interação entre AF e AO aos 21 dias de idade, além destes aditivos não influenciaram na melhora no desempenho dos frangos em comparação aos que receberam apenas dieta basal (Tabela 7), exceto para frangos alimentados com dietas contendo AO isoladamente ou associado ao AF que apresentaram maior CR. Apesar de não haver diferenças entre os frangos alimentados com dieta controle, os alimentados com dieta contendo AF e AO isolados ou associados apresentaram desempenho numericamente superior. Frangos alimentados com dietas suplementadas com AMD apresentaram resultados superiores para todas variáveis de desempenho, com exceção do CR e VB que não houve diferença entre os tratamentos. Este resultado é esperado, uma vez que em ambiente com desafio, aves alimentadas com antibióticos apresentaram melhor desempenho que aves alimentadas com aditivos alternativos.

Estes resultados observados para o peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar aos 21 dias no presente estudo contrastam com pesquisas realizadas com outros AF (FUKAYAMA et al., 2005; TOLEDO et al., 2007; KUMAR et al., 2010; RIZZO et al., 2010), sendo que não houve diferenças para estas variáveis entre os frangos que receberam aditivos alternativos e antibióticos na dieta. Da mesma forma, pesquisas com ácidos orgânicos também não mostraram diferenças no desempenho em relação ao controle negativo e/ou alimentados com antibióticos (GUNAL et al., 2006; ABDEL-FATTAH et al., 2008; VIEIRA et al., 2008; FARIA et al., 2009), no entanto, a maioria dos estudos realizados com estes aditivos em frangos de corte aconteceram em situações de baixo desafio sanitário.

Tabela 7. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos aos 21 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC ¹ (g)	969	Sem	881 γ	897 γ	889	0,236	0,192	0,569	<0,001	2,60
		Com	896 γ	903 γ	899					
		Média	888	899						
GP ¹ (g)	919	Sem	831 γ	848 γ	849	0,236	0,182	0,542	<0,001	2,76
		Com	846 γ	853 γ	839					
		Média	838	850						
CR ¹ (g)	1365	Sem	1315	1353	1334	0,553	0,037	0,641	0,113	3,07
		Com	1330	1355	1342					
		Média	1322b	1354a						
CA ¹ (g)	1,49	Sem	1,61 γ	1,62 γ	1,61	0,285	0,377	0,899	<0,001	3,49
		Com	1,52 γ	1,60 γ	1,59					
		Média	1,59	1,61						
VB ¹ (%)	98,41	Sem	97,35	95,83	96,59	0,481	0,646	0,598	0,749	3,99
		Com	97,63	97,73	97,68					
		Média	97,49	96,78						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; PC, peso corporal; GP, ganho de peso; GPD, ganho de peso diário; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade.

²CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F (P<0,05).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Aos 42 dias de idade não houve interação entre AF e AO (Tabela 8) para as características de desempenho estudadas. Frangos recebendo dietas contendo AF apresentaram melhor conversão alimentar (CA) que frangos não suplementados. Frangos alimentados com dietas contendo AO apresentaram PC e GP superior que frangos sem suplementação de AO. Mesmo não havendo diferenças no desempenho entre os tratamentos, há indicativo de efeito aditivo para a associação AF+AO o que resulta na melhora do desempenho. Este efeito aditivo e/ou sinérgico foi observado com associações de probióticos e acidificantes (KHOSRAVI et al., 2010), sanguinarina e ácidos orgânicos (VIEIRA et al., 2008), óleos essenciais e enzimas (BASMACIOĞLU MALAYOĞLU et al., 2010), acidificantes e enzimas (SMULIKOWSKA et al., 2010) e probióticos e fitogênicos melhorando o sistema imune da aves (LI et al., 2009). Frangos recebendo dietas suplementadas com AMD apresentaram os melhores resultados de desempenho, demonstrando que os aditivos alternativos não foram totalmente eficazes perante o desafio imposto.

Tabela 8. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos aos 42 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC ¹ (g)	2982	Sem	2721 γ	2789 γ	2755	0,061	0,003	0,891	<0,001	1,87
		Com	2763 γ	2825 γ	2794					
		Média	2742b	2807a						
GP ¹ (g)	2932	Sem	2671 γ	2740 γ	2705	0,062	0,003	0,878	<0,001	1,91
		Com	2713 γ	2776 γ	2744					
		Média	2692b	2757a						
CR ¹ (g)	5087	Sem	4985	5029	5007	0,404	0,159	0,937	0,056	1,76
		Com	4955 γ	5004	4980					
		Média	4970	5017						
CA ¹ (g)	1,76	Sem	1,89 γ	1,87 γ	1,88A	0,032	0,298	0,833	<0,001	2,15
		Com	1,86 γ	1,84 γ	1,85B					
		Média	1,87	1,86						
VB ¹ (%)	95,01	Sem	95,87	92,06	93,96	0,672	0,240	0,273	0,412	4,55
		Com	93,33	93,20	93,26					
		Média	94,60	92,63						
FEP ¹	384	Sem	329 γ	327 γ	328	0,351	0,634	0,442	<0,001	6,23
		Com	331 γ	341 γ	335					
		Média	329	333						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; PC, peso corporal; GP, ganho de peso; GPD, ganho de peso diário; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade; FEP, fator de eficiência produtiva.

²CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F (P<0,05).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

No presente experimento com as aves aos 42 dias de idade os aditivos alternativos proporcionaram melhora no desempenho em relação a dietas isentas de suplementação, AF: +1,57% GP, -0,60% CR e -1,59% CA; AO: +2,58% GP, +0,88% CR e -1,06% CA e; AF+AO: +3,93% GP, +0,38% CR e -2,64% CA. Estes resultados demonstram que mesmo em ambiente com significativo desafio sanitário os substitutos dos AMD melhoraram o desempenho das aves. Os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos resultados zootécnicos em frangos de corte alimentados com fitogênicos em relação a dietas sem suplementação de qualquer aditivo compilados por Windisch et al. (2008) com aves criadas em diferentes instalações e desafio sanitário (+0,38% GP, -0,92% CR, -2,40% CA) e, superiores aos dados compilados para AF (+0,22% GP; -1,28% CR; -2,75% CA) e AO (+1,87% GP; -0,45% CR; -2,32% CA) em

aves criadas em ambientes com baixo desafio compilados por Fascina (2010) (dados não publicados).

A maior produção de excretas nas aves com o avanço da idade, piora na qualidade da cama e constatação sintomatologia clínica de enterite necrótica com baixo grau de patogenicidade nas aves de todas as unidades experimentais proporcionou considerado desafio sanitário para os frangos do presente estudo. Na literatura não são observados diferenças entre aditivos alternativos, antibióticos e dietas ausentes de suplementação de aditivos em frangos de corte criados, pois geralmente são criados em ambientes com baixo desafio sanitário (HERNÁNDEZ et al. 2004; FUKAYAMA et al., 2005; MUHL & LIEBERT, 2007; TOLEDO et al., 2007; RIZZO et al., 2010), o que demonstra que no presente estudo foi possível proporcionar o real desafio sanitário que as indústrias avícolas encontram constantemente na produção de aves em larga escala.

O uso de AF proporcionou maior rendimento de carcaça em frangos alimentados com este aditivo ($P < 0,01$) (Tabela 9), contrariando Muhl & Liebert (2007) que não observaram diferenças no rendimento de carcaça de frangos alimentados com extratos vegetais. Este resultado demonstra que frangos recebendo AF aproveitaram melhor a absorção dos nutrientes, favorecendo a deposição nos tecidos musculares, fato este, observado no ensaio de metabolismo sendo que, os frangos deste tratamento apresentaram melhores coeficientes de metabolizabilidade de nitrogênio, gordura e energia bruta. Frangos alimentados com dietas contendo AO apresentaram maior rendimento de asas ($P < 0,05$) e menor rendimento coxa+sobrecoxa ($P < 0,05$) em relação a aves sem suplementação de AO (Tabela 9).

Houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO para os rendimentos de peito e dorso (Tabela 9). Avaliando o fator AO, frangos alimentados com dietas contendo suplementação de AF apresentaram maior rendimento de peito e menor de dorso que os não alimentados. Para o fator AF, frangos que receberam dietas suplementadas com AO e somente AF apresentaram maior rendimento de peito a associação AO e AF. Já para o rendimento de dorso, a associação dos aditivos proporcionou maior rendimento de dorso que aves alimentadas com AF e sem suplementação de AO.

Tabela 9. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 42 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
Carc ¹	72,88	Sem	71,07 γ	71,29 γ	71,18B	0,006	0,287	0,949	<0,001	1,75
		Com	71,68 γ	71,93 γ	71,80A					
		Média	71,37	71,61						
Cab + Pesc ¹	5,02	Sem	5,11	5,02	5,07	0,522	0,830	0,325	0,836	8,62
		Com	4,99	5,05	5,02					
		Média	5,05	5,03						
Pés ¹	3,76	Sem	4,11 γ	3,96 γ	4,04	0,665	0,055	0,260	<0,001	6,44
		Com	4,08 γ	4,04 γ	4,06					
		Média	4,09	4,00						
GAb ¹	1,88	Sem	1,64	1,68	1,66	0,789	0,728	0,346	0,078	24,39
		Com	1,69	1,59	1,64					
		Média	1,66	1,64						
Asas ¹	10,37	Sem	10,60	10,66 γ	10,63	0,239	0,046	0,207	0,013	4,28
		Com	10,39	10,67 γ	10,53					
		Média	10,50b	10,66a						
Peito ¹	39,31	Sem	38,46B γ	39,01	38,74	0,229	0,768	0,009	0,026	3,38
		Com	39,36Aa	38,68b	39,02					
		Média	38,91	38,84						
Cx + sbcx ¹	30,41	Sem	31,13	30,77	30,95	0,813	0,014	0,238	0,018	4,84
		Com	31,53 γ	30,51	31,02					
		Média	31,33a	30,64b						
Dorso ¹	19,58	Sem	19,75A	19,44	19,60	0,181	0,462	0,009	0,055	4,67
		Com	19,10Bb	19,65a	19,38					
		Média	19,43	19,55						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; Carc, rendimento de carcaça; cab+pesc, rendimento de cabeça + pescoço; pés, rendimento de pés; GAb, percentual de gordura abdominal; asas, rendimento de asas; peito, rendimento de peito; cx+sbcx, rendimento de coxa + sobrecoxa; dorso, rendimento de dorso.

²CV, coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F (P<0,05).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Quando os tratamentos alternativos foram comparados com frangos alimentados com dietas contendo AMD e anticoccidiano, não houve diferença para rendimento de cabeça+pescoço, dorso e percentual de gordura abdominal. Para rendimento de carcaça, os frangos alimentados com AMD apresentaram maiores (P<0,001) rendimentos que os alimentados com aditivos alternativos ou sem suplementação, o que era de se esperar para esta característica, uma vez que, aves deste tratamento apresentaram o maior peso

corporal ao final do período de criação. O maior rendimento de carcaça permite inferir que o antibiótico proporcionou diminuição do desafio sanitário para estas aves refletindo no melhor desempenho e rendimento. Este resultado corrobora como os resultados de Samanta et al. (2008) e Chowdhury et al. (2009) que avaliaram o uso de acidificantes em dietas de frangos de corte. Para o rendimento de pés, as aves alimentadas com AMD apresentaram menor percentual em comparação às aves alimentadas com os aditivos alternativos, corroborando com os resultados encontrados por Carrijo et al. (2005) que estudaram extrato de alho como alternativa aos antibióticos. O possível fator que influenciou esta característica é o peso corporal, pois a determinação deste percentual é feito em relação ao peso corporal e, as aves do controle positivo apresentaram maiores pesos corporais

Para o rendimento de peito os aditivos alternativos apresentaram rendimento semelhante ao das aves do controle positivo. Já as aves alimentadas sem suplementação apresentaram menor ($P < 0,05$) rendimento de peito em relação ao controle positivo. O percentual de gordura abdominal das aves alimentadas com os aditivos não foi influenciado, corroborando com outras pesquisas que não encontraram diferenças para esta característica (CARRIJO et al., 2005; FUKAYAMA et al., 2005; JAMROZ et al., 2005; RIZZO et al. 2010).

CONCLUSÃO

Aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos melhoram a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta de frangos de corte nas fases inicial e de crescimento. O uso de ácidos orgânicos, isoladamente ou associados aos aditivos fitogênicos em dietas de frangos de corte melhoram o desempenho das aves em relação a dietas isentas de antibióticos melhoradores de crescimento aos 42 dias de idade.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-FATTAH, S.A.; EL-SANHOURY, M.H.; EL-MEDNAY, N.M.; ABDEL-AZEEM, F. Thyroid activity some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 3, p. 215-222, 2008.
- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 1991. 134f. Tese (Doutorado) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- AO, T.; CANTOR, A. H.; PESATORE, A. J.; FORD, M. J.; PIERCE, J. L.; DAWSON, K. A. Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 111-117, 2009.
- BARRETO, M.S.R.; MENTEN, J.F.M., RACANICCI, A.M.C.; PEREIRA, P.W.Z.; RIZZO, P.V. Plant extracts used as growth promoters in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 109-114, 2008.
- BASMACIOĞLU MALAYOĞLU, H.; BAYSAL, S.; MISIRLIOĞLU, Z.; POLAT, M.; YILMAZ, H.; TURAN, N. Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat-soybean meal diets. **British Poultry Science**, v. 52, n. 1, p. 67-80, 2010.
- BIGGS, P.; PARSONS, C.M. The effects of several organic acids on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 2581-2589, 2008.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J.; Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, n.3, p. 711-714, 1981.
- CARRIJO, A. S.; MADEIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; PEZZATO, A. C.; GONÇALVES, J. C.; CRUZ, V. C.; KUIBIDA, K. V.; PINHEIRO, D. F. Alho em pó na alimentação alternativa de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 7, p. 673-679, 2005.
- CHOWDHURY, R.; ISLAM, K.M.S.; KHAN, M.J.; KARIM, M.R.; HAQUE, M.N.; KHATUN, M.; PESTI, G.M. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 8, p. 1616-1622, 2009.
- CROSS, D.E.; McDEVITT, R.M.; HILLMAN, K.; ACAMOVIC, T. The effect of herb and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut

- microflora in chickens from 7 to 28 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 48, n. 4, p. 496-506, 2007.
- DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **The Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 11, n. 4, p. 453 – 463, 2002.
- FARIA, D.E.; HENRIQUE, A.P.F.; FRANZOLIN NETO, R.; MEDEIROS, A.P.; JUNQUEIRA, O.M.; FARIA FILHO, D.E. Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. Ácidos orgânicos e probióticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 29-39, 2009.
- FUKAYAMA, E. H.; BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A.; KATO, R. K.; MURGAS, L. D. S. Extrato de Orégano como Aditivo em Rações para Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6 (supl.), p. 2316-2326, 2005.
- GARCÍA, V.; CATALÁ-GREGORI, P.; HERNÁNDEZ, F.; MEGÍAS, M. D.; MADRID, J. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 16, n. 4, p. 555-562, 2007.
- GUNAL, M.; YAYLI, G.; KAYA, O.; KARAHAN, N.; SULAK, O. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acids supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, n. 2, p. 149-155, 2006.
- HERNANDÉZ, F.; MADRID, J.; GARCÍA, V.; ORENGO, J.; MEGÍAS, M. D. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 2, p. 169-174, 2004.
- HERNÁNDEZ, F.; GARCÍA, V.; MADRID, J.; ORENGO, J.; CATALÁ, P.; MEGÍADAS, M. D. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 47, n. 1, p. 50-56, 2006.
- JAMROZ, D.; WILICZKIEWICZ, A.; WERTELECKI, T.; ORDA, J.; SKORUPINSKA, J. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and domestic grains. **British Poultry Science**, v. 46, p. 485–493, 2005.
- JAMROZ, D.; WERTELECKI, T.; HOUSZKA, M.; KAMEL, C. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 90, p. 255–268, 2006.
- JANG, I.S.; KO, Y.H.; KANG, S.Y.; LEE, C.Y. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.134, n. 3-4, p. 304-315, 2007.

- KHOSRAVI, A.; BOLDAJI, F.; DASTAR, B.; HASANI, S. Immune response and performance of broiler chicks fed protexin na propionic acid. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 9, n. 2, p. 188-191, 2010.
- KUMAR, S.; SHARADAMMA, K.C.; RADHAKRISHNA, P.M. Effects of a garlic active basead growth promoter on growth performance and specific pathogenic intestinal microbial counts of broiler chicks. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, n. 2, p. 244-246, 2010.
- LEE, K.W.; KAPPERT, H.J.; FREHNER, M.; LOSA, R.; BEYNEN, A.C. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 44, p. 450-457, 2003.
- LIEM, A.; PESTI, G.M.; EDWARDS JR., H.M. The effect of several organic acids on phythase phosphorus hydrolysis in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 4, p. 687-693, 2008.
- LI, S.P.; ZHAO, X.J.; WANG, J..Y. Synergy of Astragalus polysaccharides and probiotics (*Lactobacillus* and *Bacillus cereus*) on immunity and intestinal microbiota in chicks. **Poultry Science**, v. 88, n. 3, p. 519-525, 2009.
- MAIORKA, A.; SANTIN, A. M. E.; BORGES, S. A.; OPALINSKI, M.; SILVA, A. V. F. Emprego de uma mistura de ácido fumárico, láctico, cítrico e ascóbico em dietas iniciais de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 1, p. 31-37, 2004.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W.; SINGSEN, E. P. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens**. Connecticut: UNICONN PRESS, 1965, 11p.
- MUHL, A.; LIEBERT, F. Growth nutrient utilization and threonine requirement of growing chicken fed threonine limiting diets with commercial blends of phytogenic feed additives. **The Journal of Poultry Science**, v. 44, p. 297-304, 2007.
- PLATEL, K; SRINIVASAN, K. Digestive stimulant action of spices: A myth or reality? **Indian Journal of Medical Research**, v. 119, n.5, p. 167-179, 2004.
- PIRGOZLIEV, V.; MUROHY, T. C.; OWENS, B; GEORGE, J; McCANN, M. E. E. Fumaric and sorbic acids as additives in broiler feed. **Research in Veterinary Science**, v. 84, n. 2, p. 387-394, 2008.
- RICKE, S. C. Perspectives on the Use of Organic Acids and Short Chain Fatty Acids as Antimicrobials. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 632 – 639, 2003.

- RIZZO, P.V.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; TRALDI, A.B.; SILVA, C.S.; PEREIRA, P.W.Z. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 801-807, 2010.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: Horácio Santiago Rostagno, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SAMANTA, S.; HALDAR, S.; GHOSH, T.K. Production and carcass traits in broiler chickens given diets supplemented with inorganic trivalent chromium and an organic acid blend. **British Poultry Science**, v. 49, n. 2, p. 155-163, 2008.
- SAS Institute Inc., User **Installation Guide for the SAS® System**, Version 9 for Microsoft® Windows®, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SMULIKOWSKA, J.; CZERWIŃSKI, J.; MIECZKOWSKA, A. Effect of an organic acid blend and phytase added to a rapeseed cake-containing diet on performance, intestinal morphology, caecal microflora activity and thyroid status of broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 94, p. 15-23, 2010.
- TOLEDO, G. S. P.; COSTA, P. T. C.; SILVA, L. P.; PINTO, D.; FERREIRA, P.; POLETTO, C. J. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1760-1764, 2007.
- VIEIRA, S.L.; OYARZABAL, O.A.; FREITAS, D.M.; BERRES, J.; PEÑA, J.E.M.; TORRES, C.A.; CONEGLIAN, J.L.B. Performance of broilers fed diets supplemented with sanguinarine-like alkaloids and organic acids. **The Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 17, n.1, p. 128-133, 2008.
- VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4 (supl.), p. 1097-1104, 2007.
- VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L.; TORRES, C. A.; FREITAS, D. M.; BERRES, J. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 296-302, 2008.

WINDISCH, W.; SCHEDULE, K.; PLITZNER, C.; KROISMAYR, A. User of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. E suppl., p. E140-E148, 2008.

CAPÍTULO III

ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO E SAÚDE DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO – O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito dos aditivos fitogênicos (AF) e de ácidos orgânicos (AO) isoladamente ou associados sobre a histomorfometria do duodeno, jejuno e íleo e da Bursa de Fabrícus de frangos de corte, bem como o desempenho e saúde das aves. Foram alojados 820 pintos de 1 dia de idade em delineamento inteiramente casualizado num esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ com cinco tratamentos sendo constituídos de dieta controle (DC); DC + AF; DC + AO; DC + AF + AO; DC + avilamicina + monensina sódica (AMD), com quatro repetições de 41 aves. Os frangos foram mantidos em densidade populacional de 17 aves/m². O desempenho dos frangos não foi afetado pelos aditivos alternativos, porém, quando comparados com AMD apresentaram resultados inferiores. Os AF e AO melhoraram a morfometria de órgãos do trato digestório e do sistema imune durante a fase pré-inicial e inicial. Nas fases de crescimento e final houve apenas alterações na morfometria dos órgãos digestórios. O valores de pH do conteúdo do jejuno foram reduzidos nas aves alimentadas com AO. As vilosidades intestinais apresentaram maior altura de vilos e profundidade de criptas nas aves recebendo os aditivos alternativos aos sete dias de idade. Aos 42 dias de idade o percentual do córtex da bursa de Fabrícus foi aumentado nas aves que receberam AF; no entanto não houve aumento na produção de anticorpos. Aves alimentadas com AF apresentaram menor valor de TBARS no intestino delgado demonstrando que a atividade antioxidante dos fitogênicos protege o intestino das injúrias de patógenos. Aditivos fitogênicos isoladamente ou associados aos ácidos orgânicos não afetam o desempenho das aves e a histomorfometria intestinal e, melhoram a morfometria dos órgãos do sistema digestório e imune, bem como a saúde de frangos de corte.

Palavras-chave: ácido láctico, densidade, histologia intestinal, imunidade, óleos essenciais, oxidação lipídica

PHYTOGENICS ADDITIVES AND ORGANIC ACIDS IN BROILER CHICKENS PERFORMANCE AND HEALTH

ABSTRACT. – The present study was conducted to evaluate the effects of isolated or associated phytochemicals additive (FA) and organic acids (OA) on duodenum, jejunum, ileum and Bursa of Fabricius histomorphometry as well as on broiler performance and health. The investigations were carried out with 820 one-day-old chicks divided in a completely randomized design with 2 x 2 + 1 factorial arrangement of treatments replicated four times with 41 broilers per repetition. The five treatments consisted of control diet (CD), CD+FA, CD+OA, CD+FA+OA and CD + avilamicin + monesin sodium. Broiler chickens were constantly kept in a stocking density of 17 chickens/ m². The broiler performance were not affected by the alternative additives, nevertheless when compared to antibiotic performance enhancer they showed lower results. FA and OA enhanced the morphometry of the digestive tract and the immune system organs at pre-starter and starter phase. At the grower and finisher phase, there were only changes on digestive organs morphometry. The pH values of jejunum content were reduced on OA-fed chickens. The intestinal villi had greater villus height and crypt depth in alternative additive-fed chickens at 7-days-old. At 42-d-old the percentage of the cortex in the Bursa of Fabricius increased in FA-fed broilers; notwithstanding there were no increase in antibody production. FA-fed chickens had lower value of TBARS in small intestine showing that the antioxidant property of phytochemicals protects the small intestine from injuries caused by pathogens. Isolated phytochemicals additive or associated with organic acids did not affect the broiler performance and the intestinal histomorphometry and they enhanced the morphometry of digestive and immune systems organs as well as the broiler health.

Keywords: density, essential oils, immunity, intestinal histology, lactic acid, lipid oxidation

INTRODUÇÃO

Para atender a grande demanda de carne no mercado mundial, as integrações avícolas utilizam ao máximo a capacidade de suas instalações industriais, principalmente os galpões de criação, com alojamentos de aves em altas densidades populacionais o que provoca redução no desempenho das aves, porém, maior produtividade de carne por área (kg/m²) (HECKERT *et al.* 2002; MUNIZ *et al.*, 2006). Por consequência, há aumento dos desafios sanitários, refletindo em maior uso de antibióticos melhoradores de desempenho (AMD), anticoccidianos e quimioterápicos de uso terapêutico. Além disso, o aumento da densidade populacional aliada a outros fatores ambientais estressantes exercem influência negativa sobre o sistema imune das aves e, deste modo, aumentam a susceptibilidade às doenças, reduzem respostas vacinais e proporcionam maior condenação de carcaça no frigorífico.

A União Européia, um dos maiores mercados consumidores de carne de frango produzida no Brasil, proibiu em 2006 o uso de AMD na produção de animais destinado ao consumo humano (EUROPA, 2003). Com a impossibilidade da utilização de AMD em aves destinadas à exportação, houve necessidade do uso de alternativas como acidificantes (orgânicos e inorgânicos) (VIEIRA *et al.*, 2008), probióticos (SANTOS *et al.*, 2005), prebióticos (FLEMMING *et al.*, 2004), extratos vegetais (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004) e óleos essenciais (TOLEDO *et al.*, 2007).

Os aditivos fitogênicos (AF) são alvos de pesquisas quanto ao seu uso como aditivo em rações para aves devido aos efeitos de estimulação das enzimas digestivas (BASMACIOĞLU MALAYOĞLU *et al.*, 2010), antimicrobiano (MITSCH *et al.*, 2004; SANTURIO *et al.*, 2007), antifúngico (GOWDA *et al.*, 2004), antiparasitário (GIANNENAS *et al.*, 2003), antioxidante (CIFTICI *et al.*, 2010) e imunoestimulante (CHEN *et al.*, 2003).

Outro aditivo muito estudado na alimentação de aves e suínos são os ácidos orgânicos (AO) com resultados ainda contestados quanto à sua utilização em rações. No entanto, os AO reduzem pH intestinal diminuindo a proliferação de bactérias patogênicas (AO *et al.*, 2009) e, conseqüentemente, proporcionando melhor estado de saúde intestinal para a ave obter o máximo de absorção dos nutrientes. Na forma não dissociada, os acidificantes penetram na membrana lipídica de bactérias e diminuem pH intracelular levando as bactérias à morte (RICKE, 2003). Também estimulam a secreção

pancreática e melhoram as vilosidades do trato gastrointestinal (DIBNER & BUTTIN, 2002).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos aditivos fitogênicos e de ácidos orgânicos, isoladamente ou associados, sobre a histomorfometria do duodeno, jejuno e íleo e da bolsa cloacal de frangos de corte, bem como o desempenho e saúde das aves.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados no presente experimento foram aprovados pela Câmara de Ética em Experimentação Animal (processo N. 183/2008-CEEA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Campus Botucatu.

O experimento foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Univ Estadual Paulista, Câmpus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves. Foram alojados 820 pintos de um dia de idade, machos da linhagem Cobb com peso médio inicial de $44 \text{ g} \pm 0,6 \text{ g}$, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ (aditivo fitogênicos x ácidos orgânicos + dieta com antibiótico melhorador de desempenho e anticoccidiano) com cinco tratamentos, quatro repetições de 41 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta controle (DC); DC + aditivos fitogênicos¹ (extrato de curcuma, extrato de citros e extrato de semente de uva + óleo essencial de canela-da-china, folhas de boldo do chile, sementes de feno-grego); DC + mistura de ácidos orgânicos² (30,0% de ácido láctico, 25,5% de benzóico, 7% de fórmico, 8% de cítrico e 6,5% de acético); DC + aditivos fitogênicos + mistura de ácidos orgânicos; DC + avilamicina³ + monensina sódica⁴.

As aves foram alojadas em boxes de $2,5 \text{ m}^2$, com cama de maravalha de 10 cm de espessura, munidos com comedouros tubulares e bebedouros pendulares. A densidade populacional utilizada foi de 17 aves/ m^2 , mantida constante por todo período experimental com auxílio de chapas flexíveis de madeira. A cama utilizada neste experimento foi proveniente da criação de dois lotes de frangos de corte. As aves foram

¹Imunostart[®] + Enterocox[®] (Phytosynthese).

²Premium Sal-Ácido 8[®] (Nutriacid).

³Surmax 200[®] (Elanco). Avilamicina a 20%. Inclusão de 10 ppm de avilamicina.

⁴Monenpac MC 400[®]. Monensina sódica a 40%. Inclusão de 250g/ton.

⁵New-Vacin HB1[®] (Biovet S.A.)

⁶Cevac IBD L[®] (Ceva Saúde Animal Ltda.)

vacinadas no incubatório contra as doenças de Marek, Gumboro e Bouda aviária. Aos 10 dias as aves foram vacinadas contra o vírus da Doença de Newcastle⁵ e aos 14 dias de idade receberam outra dose de vacina contra a Doença de Gumboro⁶, via água de bebida.

As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja, de acordo com as recomendações nutricionais de Rostagno *et al.* (2005) em quatro fases: pré-inicial (1 – 10 dias), inicial (11 – 21 dias), crescimento (22 – 35 dias) e final (36 – 42 dias) (Tabela 1). As dietas experimentais contendo acidificantes foram formuladas levando em consideração os teores de cálcio, sódio e o valor de EMA da mistura dos ácidos orgânicos. Água e ração serão fornecidas *ad libitum* durante todo o período de criação e o programa de luz realizado foi de 24 horas. O programa de inclusão dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos utilizados conforme Tabela 2.

Semanalmente foi avaliado o peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das unidades experimentais e diariamente foi anotada a mortalidade.

Semanalmente foram retiradas duas aves no peso médio de cada parcela experimental, pesadas e sacrificadas por deslocamento cervical após jejum de duas horas. Posteriormente foram retirados e pesados o proventrículo, moela, intestino (intestino delgado e grosso), coração, fígado, pâncreas, baço, timo e bolsa cloacal e calculados os pesos relativos em relação ao peso corporal das aves em jejum.

Foi determinado o pH do conteúdo intestinal do jejuno dos frangos aos 21 e 42 dias de idade. As aves foram sacrificadas por insensibilização seguida de sangria, posteriormente foi retirado o conteúdo do jejuno e colocado em potes plásticos com 30 mL de água destilada. Os frascos foram agitados e deixados em repouso por duas horas a 8°C, e em seguida, realizou-se a leitura em pHmetro de mesa (COON *et al.*, 1990).

Foram coletados fragmentos de duodeno, jejuno e íleo para análises histomorfométricas de duas aves por unidade experimental aos 7, 14 e 21 dias de idade, fixada em líquido de Bouin por 24 horas e armazenadas em álcool 70%. As bursas de duas aves por unidade experimental foram coletadas e fixadas em formol a 10% neutro tamponado aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade.

Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais.

Ingredientes	Pré-inicial		Inicial		Crescimento		Final	
	A ¹	B ²	A	B	A	B	A	B
Milho	55,96	55,67	56,93	56,62	59,86	59,73	64,32	64,24
Farelo de soja 45%	37,32	37,35	35,55	35,60	31,95	31,97	27,87	27,88
Calcário calcítico	0,94	0,84	0,90	0,80	0,85	0,78	0,81	0,77
Fosfato bicálcico	1,95	1,95	1,84	1,84	1,70	1,70	1,54	1,54
Óleo de soja	2,23	2,28	3,47	3,53	4,42	4,43	4,29	4,30
DL-Metionina (99,0%)	0,23	0,24	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16
L-Lisina HCl (78,4%)	0,37	0,37	0,21	0,21	0,20	0,20	0,26	0,26
L-Treonina (98,5%)	0,15	0,15	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,07
Cloreto de colina (60%)	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
Bicarbonato de sódio	0,08	0,03	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,45	0,46	0,44
Inerte	0,10	0,45	0,15	0,50	0,15	0,35	0,08	0,20
Suplemento vitamínico ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,05	0,05
Suplemento mineral ⁴	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição nutricional calculada								
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2960	2955	3050	3045	3150	3147	3200	3198
Proteína bruta (%)	22,11	22,11	21,14	21,14	19,73	19,73	18,31	18,31
Fibra bruta (%)	3,02	3,12	2,96	3,06	2,82	2,88	2,65	2,69
Lisina dig. (%)	1,36	1,36	1,19	1,19	1,10	1,10	1,05	1,05
Metionina dig. (%)	0,54	0,54	0,46	0,46	0,44	0,44	0,42	0,42
Met+Cis dig. (%)	0,84	0,84	0,75	0,75	0,71	0,71	0,68	0,68
Treonina dig. (%)	0,88	0,88	0,77	0,77	0,71	0,71	0,68	0,68
Triptofano dig. (%)	0,24	0,24	0,23	0,23	0,21	0,21	0,19	0,19
Ácido linoléico (%)	2,48	2,49	3,15	3,17	3,69	3,69	3,67	3,68
Cálcio (%)	0,94	0,90	0,90	0,86	0,84	0,81	0,77	0,76
Fósforo disp. (%)	0,47	0,47	0,45	0,45	0,42	0,42	0,39	0,39
Potássio (%)	0,84	0,84	0,81	0,81	0,75	0,75	0,69	0,69
Sódio (%)	0,22	0,20	0,22	0,20	0,21	0,20	0,20	0,19
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31

¹A: ração basal dos tratamento CN, controle negativo; AMD, antibiótico melhorador de desempenho; AF, aditivos fitogênicos. ²B: ração basal dos tratamentos AO, ácidos orgânicos; AF+AO, aditivos fitogênicos + ácidos orgânicos. Considerou-se os níveis nutricionais da mistura de ácidos orgânicos (Premium Sal-Ácido 8: EM: 1.200 kcal/kg; Ca: 11% disponível; Na: 4,5%). ³ MC-MIX Frango Inicial 1 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração para as fases pré-inicial e inicial: Vit. A, 11.000 UI; Vit. D₃, 2.000 UI; Vit. E, 16 mg; Ácido fólico, 0,4 mg; Pantotenato de cálcio, 10 mg; Biotina, 0,06 mg; Niacina, 35 mg; Piridoxina, 2 mg; Riboflavina, 4,5 mg; Tiamina, 1,2 mg; Vit. B12, 16 mcg; Vit. K3, 1,5 mg; Se, 0,25 mg; Antioxidante, 30 mg. MC-MIX Frango Inicial 1 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração fase de crescimento: Vit. A, 8.800 UI; Vit. D₃, 1.600 UI; Vit. E, 12,8 mg; Ácido fólico, 0,32 mg; Pantotenato de cálcio, 8 mg; Biotina, 0,048 mg; Niacina, 28 mg; Piridoxina, 1,6 mg; Riboflavina, 3,6 mg; Tiamina, 0,96 mg; Vit. B12, 12,8 mcg; Vit. K3, 1,2 mg; Se, 0,2 mg; Antioxidante, 24 mg. MC-MIX Frangos Abate 0,5 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração: Vit. A, 3.000 UI; Vit. D₃, 500 UI; Vit. E, 5 mg; Pantotenato de cálcio, 4 mg; Biotina, 0,015 mg; Niacina, 5 mg; Piridoxina, 0,4 mg; Riboflavina, 1 mg; Tiamina, 0,3 mg; Vit. B12, 3 mcg; Vit. K3, 0,5 mg; Se, 0,2 mg; Antioxidante, 15 mg. ⁴ MC-MIX Mineral Aves 0,5 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração: Cu, 9 mg; Zn, 60 mg; I, 1 mg; Fe, 30 mg; Mn, 60 mg.

Tabela 2. Programa de inclusão dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos nas fases de criação de frangos de corte.

Fase de criação	Imunostart [®]	Enterocox [®]	Premium Sal-ácido 8 [®]
1 – 10 dias	700 g/ton	300 g/ton	3,5 kg/ton
11 – 21 dias	500 g/ton	1000 g/ton	3,5 kg/ton
22 – 35 dias	-	1000 g/ton	2,5 kg/ton
36 – 42 dias	-	500 g/ton	1,5 kg/ton

Para a confecção das lâminas histológicas, as amostras foram desidratadas em série crescente de álcool (álcool 70%; 80%; 90%; 100%; 100%; 100%) por 30 minutos por passagem. Posteriormente diafanizados em solução álcool:xilol (1:1) por 30 minutos e xilol 100% por 30 minutos, imersas em parafina (Paraplast[®]) em estufa a 55°C por 90 minutos e, incluídas em parafina para formação dos blocos. Posteriormente, as amostras foram submetidas à microtomia obtendo-se corte histológicos de cinco micrômetros de espessura, as quais foram colocadas em lâminas e coradas com hematoxilina-eosina (Luna, 1968).

A altura dos vilos e profundidade das criptas dos segmentos intestinais foram determinadas por meio de imagens, obtidas em microscópio óptico com objetiva planapocromática 10 X. As imagens foram capturadas com câmera acoplada ao microscópio e transferidas para um analisador de imagem (Leica). Vinte leituras de altura de vilos e profundidade de cripta foram realizadas por lâmina e por segmento intestinal, que corresponde a uma ave por parcela experimental. A altura de vilos foi medida da região apical à região basal, que corresponde à porção superior das criptas. As criptas foram medidas da base até a região de transição entre a cripta e o vilos.

A porcentagem do córtex do folículo linfóide bursal foi determinada por imagens microscópicas com objetiva planapocromática 10X. O procedimento foi o mesmo utilizado na análise de intestino. Foram analisados 12 folículos completos por lâmina, correspondente a uma ave por parcela experimental. Foram escolhidos para leitura, folículos em que o corte passou pela região central. Os folículos selecionados foram circundados por uma linha obtendo-se a área folicular total. Em seguida, foi delimitada a porção medular do mesmo folículo, passando uma linha sobre a membrana

basal que divide a área cortical da medular para cálculo da porcentagem de córtex folicular.

Para verificar se os aditivos alternativos melhoram o sistema imune dos frangos foram coletadas de duas aves por unidade experimental aos 21, 28, 35 e 42 dias de idade, 5,0 mL de sangue por meio da punção da veia ulnar para avaliar o títulos séricos de anticorpos contra o vírus da Doença de NewCastle, sendo as análises realizadas no Laboratório AVIPA. As amostras de sangue foram acondicionadas em tubos de ensaio, deixadas em descanso para formação de coágulo e posteriormente, centrifugadas para obtenção do soro e acondicionados em microtubos de 1,5 mL. A mensuração da produção de anticorpos foi avaliada por meio do ensaio imunoenzimático – Kit ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) produzido pela empresa Idexx Laboratórios e utilizando metodologia descrita por Purchase et al. (1989) e teste de inibição de hemaglutinação (HI).

Para quantificar o teor de oxidação lipídica no intestino delgado foi utilizada uma ave por unidade experimental (quatro aves por tratamento). A determinação do valor de TBARS foi realizado pela técnica modificada descrita por Madsen et al. (1998). Foram homogeneizados, durante um minuto, utilizando-se um misturador Ultra-Turrax 10,0g de amostra adicionadas de 50,0 mL de solução de ácido tricloroacético (7,5% de TCA, 0,1% de EDTA e 0,1% de propilgalato). Em seguida, esta mistura foi filtrada e uma alíquota de 5,0 mL foi misturada com 5,0 mL de solução de TBA (0,020 mol/l) e colocada em banho-maria (100°C) por dez minutos. A absorbância das amostras foi medida a 532nm utilizando-se espectrofotômetro. TBARS foi avaliado em duplicata e expresso em miligrama de malonaldeído (MDA) por quilograma de carne utilizando-se como base uma curva padrão (concentração entre 0,1nmol/l e 6nmol/l) feita com 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP).

Os resultados obtidos nos experimentos foram tabulados e analisados através de análise de variância (ANOVA) do procedimento General Lineal Model (GLM) com auxílio do programa estatístico SAS (2002) e quando significativos, as médias entre os tratamentos, foram comparadas pelos testes F a 5% de probabilidade entre os tratamentos alternativos e controle negativo. Para comparar as médias dos tratamentos alternativos com o controle positivo (AMD), foi realizado análise de variância e quando significativo realizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os valores de temperatura ambiente (Figura 1) durante o período de criação observou-se que as aves foram criadas no limite de conforto térmico, sendo a média de ITGU para todo o período experimental de 79,20. O ITGU médio nas semanas de criação das aves (1ª sem., 80,22; 2ª sem. 80,13; 3ª sem. 80,31; 4ª sem. 77,07; 5ª sem. 78,65; 6ª sem. 78,84) apresentou pequena superioridade aos preconizados por Medeiros *et al.* (2005) indicando faixa de conforto para frangos de corte entre 68 a 77.

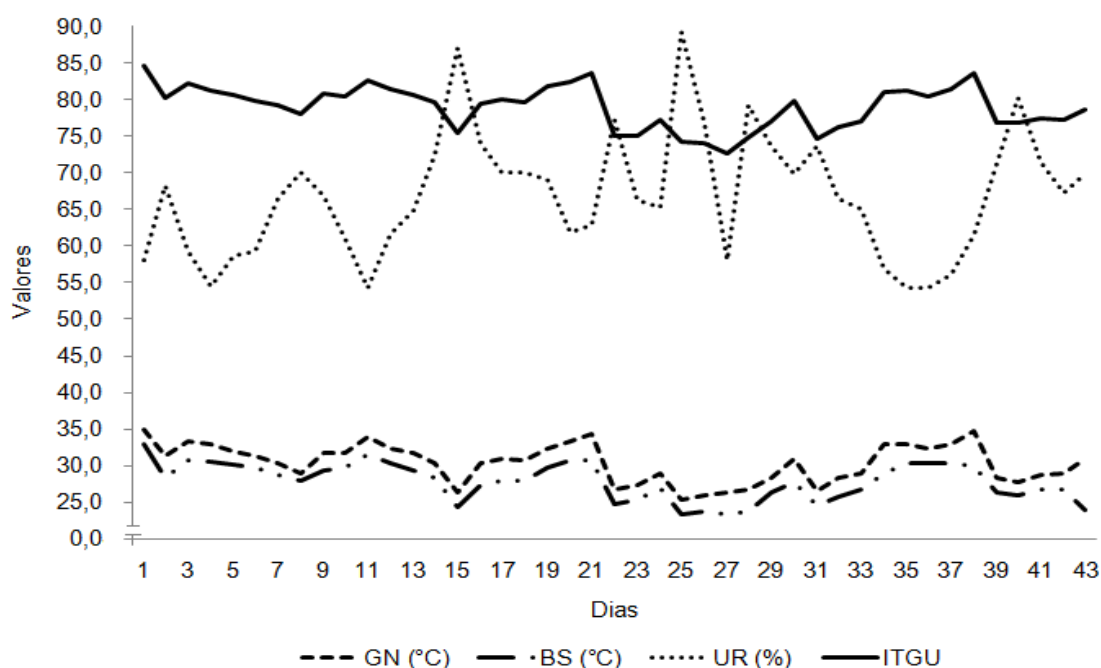


Figura 1. Temperatura de globo negro (GN), bulbo seco (BS), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) em galpão de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos.

Houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO para as variáveis PC e GP aos 21 dias de idade (Tabela 3). Avaliando o efeito AO, frangos alimentadas com AF e AO apresentaram maior PC e GP que frangos alimentadas apenas com ácidos orgânicos. Para o fator AF, frangos que não receberam AF e foram alimentadas com AO apresentaram menor PC e GP que frangos alimentadas sem suplementação. Quando comparado com os aditivos alternativos, o AMD promoveu maior PC e GP para os

frangos em comparação às alimentadas com acidificantes. Aves alimentadas com AF e AO apresentaram maiores PC e GP que aves alimentadas com AF e AO isoladamente o que permite inferir que houve efeito aditivo entre AF e AO.

Estes resultados corroboram com estudos realizados para avaliar efeito da adição de ácido cítrico e/ou ácido glucônico (BIGGS & PARSONS, 2008; AO *et al.*, 2009) os quais demonstraram redução no peso corporal de frangos alimentados com acidificantes.

Os resultados apresentados neste estudo com os acidificantes contrariam os observados por Gunal *et al.* (2006), que avaliando um produto com ácidos propiônico e fórmico associado a óleos essenciais não observaram diferenças no desempenho e, estudos realizados com ácidos cítrico e fórmico isoladamente (HERNÁNDEZ *et al.*, 2006; LIEM *et al.*, 2008). Salazar *et al.* (2008) verificaram maior ganho de peso em frangos alimentados com ácido láctico e ácido butírico que frangos alimentados com dietas isentas de suplementação, e resultados semelhantes aos antimicrobianos. No entanto, vale ressaltar que estes trabalhos foram conduzidos em baixo desafio sanitário.

Uma explicação para resultados tão distintos com o uso de acidificantes para as aves na fase inicial se dá, principalmente, à variação no desafio imposto. Os frangos deste estudo foram criados em condição de desafio: em alta densidade populacional (17 aves/m²), em galpão convencional e sem climatização e alojados sobre cama reutilizada por dois lotes, mesmo sem se observar patologias decorrentes da cama reutilizada. Portanto, a associação de cama reutilizada, alta densidade e uso de vacinas podem deprimir o sistema imune dos frangos contribuindo para o baixo desempenho em frangos alimentados com acidificantes. Outro aspecto a ser observado quanto ao efeito dos acidificantes pode ser influenciada pela qualidade de água, pois em regiões onde a água possui pH básico, esta favorece o melhor efeito dos acidificantes no trato gastrointestinal que água de bebida com pH neutro.

Os AF isoladamente não influenciaram o PC e GP, corroborando com demais trabalhos que não encontraram diferenças quando alimentaram frangos com dietas sem suplementação e com AMD comparadas às que receberam feno-grego e salsa (ABBAS, 2010), extrato e óleo essencial de orégano (FUKAYAMA *et al.*, 2005; BASMACIOĞLU MALAYOĞLU *et al.*, 2010; KARIMI *et al.*, 2010), mistura de óleos essenciais de orégano, canela e pimenta (JAMROZ *et al.*, 2005; RIZZO *et al.*, 2010),

óleo de orégano, tomilho, alecrim e manjerona (CROSS *et al.*, 2007) e misturas de extratos vegetais e óleos essenciais (TOLEDO *et al.*, 2007).

No entanto, alguns trabalhos mostraram resultados controversos, havendo depressão do peso corporal de frangos alimentados com mistura de óleos essenciais (ABIDGAARD *et al.*, 2010), e aumento no peso aos 21 dias com o uso dos fitogênicos (LARA Y LARA *et al.*, 2010; TIIHONEN *et al.*, 2010).

Não houve interação entre AF e AO para consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade (Tabela 3), corroborando com trabalhos que estudaram o efeito dos fitogênicos (GUO *et al.*, 2004; FUKAYAMA *et al.*, 2005; TOLEDO *et al.*, 2007; KUMAR *et al.*, 2010; LARA y LARA *et al.*, 2010) e dos ácidos orgânicos (MAIORKA *et al.*, 2004; VALE *et al.*, 2004; BIGGS & PARSONS, 2008; SAMANTA *et al.*, 2008; WANG *et al.*, 2010).

Tabela 3. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 21 dias de idade.

	AMD	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ¹ (%)
			sem	com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC (g)	935	Sem	917a	899Bb γ	908	0,021	0,685	0,007	0,008	1,35
		Com	914	929A	922					
		Méd.	916	914						
GP (g)	891	Sem	873a	855Bb γ	864	0,017	0,681	0,007	0,008	1,41
		Com	871	885A	878					
		Méd.	872	870						
CR (g)	1160	Sem	1182	1154	1168	0,573	0,353	0,320	0,500	2,34
		Com	1176	1177	1177					
		Méd.	1179	1166						
CA (g)	1,26	Sem	1,30 γ	1,30 γ	1,30	0,219	0,751	0,529	0,012	1,09
		Com	1,29	1,30 γ	1,29					
		Méd.	1,29	1,30						
VB (%)	95,7	Sem	98,9	95,1	97,0	0,865	0,110	0,503	0,437	3,20
		Com	97,6	96,0	96,7					
		Méd.	98,2	95,5						

PC, Peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade.

¹CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Frangos alimentados com AMD apresentaram melhor conversão alimentar que os frangos que receberam aditivos alternativos ou sem suplementação aos 21 dias de idade (Tabela 3), com exceção dos alimentados com fitogênicos isoladamente. O fato de não terem ocorrido diferenças na conversão entre fitogênicos e AMD pode ser decorrente da melhora na metabolizabilidade da dieta dos frangos alimentados com fitogênicos, observado nestes estudos e em outras pesquisas (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004; GARCÍA *et al.*, 2007) e por seu efeito antibacteriano. Portanto, aditivos fitogênicos no presente estudo substituíram os AMD sem prejudicar o desempenho zootécnico das aves ao final da fase inicial.

Não houve interação entre AF e AO para as variáveis de desempenho aos 42 dias de idade sendo, o mesmo foi observado para os efeitos isolados (Tabela 4).

Tabela 4. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 42 dias de idade.

	AMD	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ¹ (%)
			sem	com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC (g)	2692	Sem	2487 γ	2552 γ	2520	0,122	0,246	0,089	<0,001	1,79
		Com	2561 γ	2548 γ	2555					
		Méd.	2524	2550						
GP (g)	2648	Sem	2447 γ	2508 γ	2478	0,116	0,245	0,087	<0,001	1,82
		Com	2518 γ	2504 γ	2511					
		Méd.	2483	2506						
CR (g)	4097	Sem	4038	4036	4037	0,401	0,953	0,929	0,523	2,29
		Com	3993	4000	3997					
		Méd.	4016	4018						
CA (g)	1,64	Sem	1,70	1,68	1,69	0,159	0,870	0,206	0,069	1,63
		Com	1,66	1,68	1,66					
		Méd.	1,68	1,68						
VB (%)	90,3	Sem	97,8	91,1	94,4	0,160	0,054	0,602	0,252	6,20
		Com	92,7	88,7	90,7					
		Méd.	95,2	89,9						
FEP	352,2	Sem	340,3	329,3	334,8	0,669	0,117	0,623	0,319	6,33
		Com	341,0	321,0	330,7					
		Méd.	340,6	324,9						

PC, Peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade; FEP, fator de eficiência produtiva.

¹CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Frangos alimentados com dietas suplementadas com AMD apresentaram os melhores resultados de peso corporal e ganho de peso ($P < 0,05$) quando comparados com frangos alimentados com os aditivos alternativos (Tabela 4), demonstrando assim a superioridade deste antimicrobiano no desempenho dos frangos o que pode ter sido influenciado pela regulação da microbiota intestinal permitindo que a ave expresse seu máximo potencial de desenvolvimento mesmo quando criadas em altas densidades populacionais.

Os aditivos alternativos apesar de não apresentaram diferenças significativas no desempenho com frangos alimentados com dietas isentas de suplementação foram numericamente superiores, AF +3,06% GP, -1,11% CR, -2,35% CA; AO +2,65% GP, -0,03% CR, -1,18% CA; e AFAO +2,51% GP, -0,94% CR, -1,18% CA. Os resultados estão de acordo com os compilados por Fascina (dados não publicados) com frangos criados em baixo desafio sanitário e menor densidade populacional. Os resultados observados aos 42 dias de idade esclarecem que o avanço da idade das aves com maior produção de excretas e redução do espaço para as aves (15,6 kg/m² aos 21 dias para 43,6 kg/m² aos 42 dias de idade) produziu aumento do desafio sanitário e estresse às aves, pois aos 21 dias não houve diferença entre os tratamentos alternativos com os antimicrobianos.

Entretanto, estudos realizados por outros pesquisadores não observaram diferenças no desempenho de frangos alimentadas com AMD e extratos de orégano (FUKAYAMA *et al.*, 2005), extrato de tomilho, orégano alecrim e manjerona (CROSS *et al.*, 2007), chá verde (SAKER *et al.*, 2010), misturas de óleos essenciais e extratos vegetais comerciais (HERNÁNDEZ *et al.* 2004; MUHL & LIEBERT, 2007; TOLEDO *et al.*, 2007; RIZZO *et al.*, 2010), ácido láctico e butírico (SALAZAR *et al.*, 2008), ácido fórmico (HERNÁNDEZ *et al.*, 2006) e mistura de ácido propiônico fórmico e extrato de plantas (GUNAL *et al.*, 2006). Portanto, os resultados do presente estudo são provenientes de ambiente com desafio sanitário e alto estresse para os frangos sendo semelhantes ou maiores aos encontrados nas integrações avícolas.

Houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO para peso relativo de intestino, fígado e pâncreas aos sete dias de idade (Tabela 5). Avaliando o fator AO, frangos que não receberam AO e foram alimentadas com fitogênicos apresentaram menor peso de intestino e pâncreas quando comparadas com aves recebendo dietas sem suplementação.

Entretanto, dietas contendo a associação AF e AO proporcionaram maiores pesos relativos para intestino, fígado e pâncreas em relação aos alimentados apenas com AO.

Para o fator AF, frangos que não receberam AF e que receberam AO nas dietas aos sete dias de idade obtiveram menor peso de intestino, fígado e pâncreas que frangos alimentados com dietas isentas de suplementação (Tabela 5). Na associação dos dois aditivos, aves tiveram maior peso de intestino e pâncreas e menor peso de fígado que frangos recebendo AF.

Ao se avaliar dietas alternativas frente à dieta suplementada com AMD, frangos que receberam AF e AO isoladamente apresentaram menor ($P < 0,01$) peso relativo de intestino, fígado e pâncreas (Tabela 5) e, associação de AF e AO e dietas sem suplementação proporcionaram menor peso de fígado.

Raros são os estudos da influência dos AF e/ou AO no desenvolvimento dos órgãos na fase pré-inicial. Os resultados observados aos sete dias devem-se exclusivamente ao desenvolvimento dos órgãos digestórios, uma vez que, não houve diferença no peso corporal dos frangos neste período. Ao estudar o desenvolvimento dos órgãos em frangos que foram alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja e dieta semi-purificada, Battal & Parsons (2002) observaram que as dietas semi-purificadas diminuíram peso absoluto e relativo dos órgãos. No presente estudo os AF e AO afetaram o desenvolvimento dos órgãos aos sete dias, no entanto, não se encontrou explicação sobre qual princípio ativo ou mecanismo possa ter influenciado.

Aos 14 dias de idade não houve interação entre AF e AO, o mesmo observado para os efeitos isolados (Tabela 5). Igualmente, frangos recebendo dietas com aditivos alternativos não apresentaram diferenças com os alimentados com AMD.

Aos 21 dias de idade houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO para o peso relativo de intestino e pâncreas (Tabela 5). Frangos alimentados com AF e AO apresentaram menor peso relativo que frangos alimentados apenas com AO. Já para o fator AF, frangos alimentados com a associação dos aditivos apresentaram menor peso relativo de pâncreas que frangos recebendo dietas isentas de AO. Frangos recebendo dietas com AO obtiveram maior peso relativo de intestino ($P < 0,05$) que os alimentados com dietas contendo AMD (Tabela 5).

Tabela 5. Peso relativo de órgãos do sistema digestório de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 7, 14 e 21 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
7 dias										
Int ³	12,10	Sem	11,67Aa	10,81Bby	11,24	0,929	0,951	<0,001	<0,001	4,32
		Com	10,80Bby	11,64Aa	11,22					
		Média	11,24	11,23						
Pvmo ³	5,46	Sem	5,50	5,57	5,53	0,406	0,047	0,159	0,211	5,90
		Com	5,26	5,63	5,44					
		Média	5,38b	5,60a						
Fig ³	4,04	Sem	3,88aγ	3,52Bby	3,70	0,006	<0,001	0,008	<0,001	2,84
		Com	3,88aγ	3,66Aby	3,77					
		Média	3,88	3,59						
Panc ³	0,46	Sem	0,45Aa	0,42Bby	0,44	0,208	0,008	<0,001	<0,001	4,64
		Com	0,41Bby	0,48Aa	0,45					
		Média	0,43	0,45						
14 dias										
Int ³	8,13	Sem	8,22	8,27	8,24	0,376	0,985	0,862	0,847	18,08
		Com	8,48	8,44	8,46					
		Média	8,35	8,35						
Pvmo ³	3,40	Sem	3,47	3,36	3,41	0,379	0,386	0,777	0,895	10,17
		Com	3,36	3,30	3,33					
		Média	3,38	3,33						
Fig ³	2,95	Sem	2,95	2,83	2,89	0,502	0,818	0,140	0,543	6,37
		Com	2,89	2,98	2,93					
		Média	2,92	2,90						
Panc ³	0,39	Sem	0,38	0,35	0,36	0,123	0,407	0,201	0,411	11,58
		Com	0,38	0,39	0,38					
		Média	0,38	0,37						
21 dias										
Int ³	6,37	Sem	7,00	7,72Aγ	7,36	0,181	0,703	0,041	0,020	11,29
		Com	7,22	6,72B	6,97					
		Média	7,11	7,22						
Pvmo ³	2,45	Sem	2,33	2,46	2,39	0,165	0,992	0,070	0,3154	8,47
		Com	2,56	2,43	2,49					
		Média	2,44	2,44						
Fig ³	2,39	Sem	2,52	2,86	2,69	0,628	0,437	0,061	0,081	12,96
		Com	2,70	2,56	2,63					
		Média	2,61	2,71						
Panc ³	0,31	Sem	0,31	0,32A	0,32	0,084	0,125	0,017	0,084	12,92
		Com	0,32a	0,27Bb	0,29					
		Média	0,31	0,29						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; ²Coefficiente de variação (%); ³Peso relativo de: Int, intestino; Pvmo, proventrículo + moela; Fig, fígado; Panc, pâncreas.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). γ: Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A diferença observada para peso relativo de intestino e pâncreas nos frangos alimentados com acidificantes é consequência do menor peso corporal aos 21 dias (Tabela 3) e maior peso absoluto destes órgãos (Dados não publicados). Com o avanço da idade e maior peso corporal, observou-se redução dos pesos relativos do trato gastrointestinal, conforme observado por Brown *et al.* (1985).

Apesar da não diferença no peso corporal entre os frangos alimentados com AF e a associação de AF e AO, o peso relativo de pâncreas foi superior para os frangos recebendo apenas AF. Uma explicação para este fato é a ação de estimulação da secreção de enzimas pancreáticas e intestinais apresentadas pelos fitogênicos como os determinados por Jamroz *et al.* (2005) e Jang *et al.* (2007) que auxiliam na melhora da metabolizabilidade dos nutrientes da dieta como os observados nesta pesquisa.

Os resultados do presente estudo corroboram parcialmente com estudos realizados com óleo essencial de orégano, sendo que não houve diferença no peso de fígado e pâncreas (BASMACIOĞLU MALAYOĞLU *et al.*, 2010), misturas de óleos essenciais e extratos vegetais sobre órgãos do sistema digestório (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004). A redução do peso de intestino das aves alimentadas com ácidos orgânicos contraria os observados por Viola *et al.* (2008) para frangos alimentados com ácido láctico, acético e fórmico aos sete e 21 dias de idade.

Avaliando o efeito de produto comercial a base de extratos vegetais e argila ativada em frangos criados em cama reutilizada e densidade populacional de 15 aves/m², Fascina *et al.* (2009) não observaram diferenças no peso relativo de fígado e pâncreas aos 10 dias de idade em frangos alimentados com o produto alternativo com frangos sem suplementação ou alimentados com virginamicina. Yadav *et al.* (2010) observaram que após a eclosão o uso de dieta comercial constituída de vitaminas, minerais, carboidratos, proteínas, gorduras, aminoácidos e extratos vegetais para o transporte das aves do incubatório até as granjas e, alimentadas até 48 horas após eclosão aumentaram o peso absoluto de intestino das aves aos quatro dias de idade.

Os resultados do comprimento total de intestino, comprimento de intestino delgado e intestino grosso de frangos alimentados com AF e AO na fase inicial de criação estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Comprimento de intestinos de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 7, 14 e 21 dias de idade

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
7 dias										
INT ³ (cm)	102,20	Sem	101,87Aa	88,87Bby	95,37	0,084	<0,001	<0,001	<0,001	2,11
		Com	96,12Bγ	97,25Aγ	96,68					
		Média	99,00	93,06						
ID ³ (cm)	85,20	Sem	83,50a	71,25Bby	77,43	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	3,88
		Com	82,20	81,00Aγ	81,56					
		Média	82,94	76,06						
IG ³ (cm)	17,00	Sem	15,50Aγ	15,25γ	15,38	0,449	0,449	0,002	<0,001	4,98
		Com	14,60Bby	15,60aγ	15,10					
		Média	15,05	15,43						
14 dias										
INT ³ (cm)	123,29	Sem	121,20	126,25	123,73	0,506	0,308	0,083	0,574	5,31
		Com	125,60	124,25	124,93					
		Média	123,40	125,25						
ID ³ (cm)	101,15	Sem	99,20	105,25	102,23	0,483	0,102	0,068	0,331	5,93
		Com	103,60	103,25	103,43					
		Média	101,40	104,25						
IG ³ (cm)	22,14	Sem	22,00	21,00	21,50	1,000	0,025	1,000	0,297	6,67
		Com	22,00	21,00	21,50					
		Média	22,00a	21,00b						
21 dias										
INT ³ (cm)	153,50	Sem	151,00	154,71	152,86	0,569	0,264	0,846	0,748	6,75
		Com	152,50	157,75	155,13					
		Média	151,75	156,23						
ID ³ (cm)	125,83	Sem	124,75	127,29	126,02	0,507	0,384	0,844	0,809	7,70
		Com	126,50	130,50	128,50					
		Média	125,63	128,89						
IG ³ (cm)	27,67	Sem	26,25	27,43	26,84	0,724	0,053	0,953	0,176	6,04
		Com	26,00	27,25	26,63					
		Média	26,13	27,34						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho. ²CV, coeficiente de variação (%). ³INT, comprimento de intestino; ID, comprimento de intestino delgado; IG, comprimento de intestino grosso. Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). γ: Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO para comprimento de intestino total, intestino delgado e grosso aos sete dias de idade (Tabela 6). Avaliando o fator AO, o comprimento de intestino total e intestino grosso de frangos que receberam dieta contendo AF foram menores que os sem suplementação.

Quando os frangos receberam associação de fitogênicos e acidificantes houve aumento no comprimento total de intestino e intestino delgado. Para o fator AF houve menor comprimento total de intestino e de intestino delgado em frangos recebendo AO em comparação aos frangos alimentados com dietas isentas de acidificantes e, aumento do comprimento de intestino grosso nos alimentados com AO e AF em relação aos alimentados apenas com AF. Estes resultados de comprimento de intestino explicam a diferença no peso relativo de intestino entre os tratamentos alternativos.

Frangos alimentados com ácidos orgânicos isoladamente ou associado a fitogênicos apresentaram menores comprimentos total de intestino, intestino delgado e grosso ($P < 0,01$) que os alimentados com AMD (Tabela 6), o mesmo observado para comprimento de intestino e intestino grosso nos frangos alimentados com fitogênicos ou sem suplementação.

Não houve interação entre AF e AO para os comprimentos de intestino aos 14 dias de idade. Frangos alimentados com acidificantes na dieta apresentaram redução no comprimento de intestino grosso ($P < 0,05$) (Tabela 6).

Os aditivos alternativos do presente estudo não influenciaram o comprimento total de intestino, do intestino delgado e do grosso dos frangos aos 21 dias de idade (Tabela 6) e, não foram observados diferenças com frangos alimentados com AMD.

Os comprimentos de intestino delgado aos sete dias de idade para a mistura de AO contrariam os valores observados por Viola *et al.* (2008) com frangos recebendo ácido láctico, acético e fórmico. Já aos 21 dias de idade, os autores observaram redução no comprimento, fato este, não observado no presente estudo. Entretanto, corroboram com Fascina *et al.* (2009) avaliando extratos vegetais e argila ativada com frangos recebendo dietas sem suplementação ou com virginamicina aos 10 dias de idade. Basmacioğlu Malayoğlu *et al.* (2010) também não observaram diferenças no comprimento de intestino delgado de frangos alimentados com óleo essencial de orégano e enzimas exógenas aos 21 dias de idade.

Os valores médios de pesos relativos de órgãos do sistema imune de frangos de corte recebendo AF e AO na fase inicial estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Peso relativo de órgão do sistema imune de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 7, 14 e 21 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
7 dias										
Bursa	0,20	Sem	0,21	0,19B	0,20	0,435	0,349	0,004	0,059	12,11
		Com	0,19b	0,22Aa	0,21					
		Média	0,20	0,21						
Baço	0,10	Sem	0,11Aa	0,09b γ	0,10	0,111	<0,001	0,005	<0,001	7,61
		Com	0,10B	0,09 γ	0,09					
		Média	0,10	0,09						
Timo	0,97	Sem	0,81a γ	0,73Bb γ	0,77	0,011	0,351	0,014	<0,001	7,04
		Com	0,81 γ	0,85A γ	0,83					
		Média	0,81	0,79						
14 dias										
Bursa	0,25	Sem	0,27	0,22	0,24	0,857	0,031	0,133	0,146	16,19
		Com	0,25	0,24	0,25					
		Média	0,26a	0,23b						
Baço	0,09	Sem	0,10A	0,09B	0,09	0,208	0,020	<0,001	<0,001	14,89
		Com	0,08Bb	0,12Aa γ	0,10					
		Média	0,09	0,10						
Timo	0,69	Sem	0,79	0,62	0,71A	0,008	<0,001	0,749	<0,001	15,22
		Com	0,70	0,51 γ	0,61B					
		Média	0,74a	0,57b						
21 dias										
Bursa	0,25	Sem	0,23	0,22	0,22	0,092	0,243	0,416	0,195	27,15
		Com	0,21	0,17	0,19					
		Média	0,22	0,19						
Baço	0,09	Sem	0,10	0,12 γ	0,11B	0,008	0,047	0,709	<0,001	15,74
		Com	0,12 γ	0,13 γ	0,13A					
		Média	0,11b	0,12a						
Timo	0,58	Sem	0,64	0,62	0,63	0,067	0,919	0,555	0,371	14,18
		Com	0,56	0,58	0,57					
		Média	0,60	0,60						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho. ²Coefficiente de variação (%).

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO para os órgãos do sistema imune avaliados aos sete dias de idade (Tabela 7). Avaliando o fator AO, o uso de dietas contendo AF diminuiu o peso relativo de baço dos frangos quando comparados com os recebendo dietas isentas de suplementação; entretanto, frangos que receberam dietas contendo AF e AO o peso relativo de bursa e timo foi superior que frangos alimentados apenas com AO. Para o fator AF, o peso de baço e timo foram inferiores em frangos

alimentados com AO quando comparadas com os não suplementados, porém, o peso de bursa foi superior nos frangos alimentados com AF e AO que em frangos recebendo apenas fitogênicos.

Ao comparar os tratamentos alternativos com frangos recebendo AMD (Tabela 7), o peso relativo de timo foi superior ($P < 0,01$) no tratamento com AMD e, peso de baço superior ($p < 0,01$) ao tratamento com AO e associação de fitogênicos e acidificantes.

Aos 14 dias de idade houve interação ($P < 0,01$) para peso relativo de baço. Quando as rações foram fornecidas com suplementação de AO, frangos alimentados com fitogênicos apresentaram menor peso relativo de baço. Entretanto, a associação de fitogênicos e acidificantes aumentou o peso de baço em relação ao tratamento apenas com AO. O mesmo foi observado comparado, fitogênicos e ácidos orgânicos com dietas contendo apenas fitogênicos.

O peso de bursa e timo foi reduzido ($P < 0,05$) em frangos que receberam ácidos orgânicos, do mesmo modo que os fitogênicos também diminuíram ($P < 0,01$) o peso relativo de timo. A associação dos aditivos alternativos proporciona peso relativo de baço e timo maior e menor, respectivamente, quando comparados com AMD. Estes resultados demonstram que houve efeito aditivo entre AF e AO aumentando os pesos dos órgãos do sistema imune.

Não houve interação entre AF e AO para o peso relativo dos órgãos do sistema imune avaliados aos 21 dias de idade (Tabela 7). Frangos alimentados com dietas contendo AF apresentaram maior peso relativo ($P < 0,01$) de baço que frangos não alimentados com este aditivo. Já os frangos que receberam AO tiveram maiores ($P < 0,05$) pesos relativos de baço aos 21 dias de idade. O uso dos aditivos alternativos, isolados ou em associação, proporcionou maior ($P < 0,01$) peso de baço que nos frangos alimentadas com AMD.

Os dados de peso relativo do presente experimento corroboram parcialmente com os observados por Basmacioğlu Malayoğlu *et al.* (2010) que não observaram diferenças no peso de bursa de Fabrícus e baço dos frangos alimentados com óleo essencial de orégano e enzimas exógenas. Fukayama *et al.* (2005) não observaram diferenças no peso relativo de baço, timo e bursa em frangos que receberam extrato de

orégano e com antibiótico. Os autores atribuíram este resultado ao ambiente sem desafio sanitário que não causou mudança nos órgãos do sistema imune.

Li *et al.* (2009) observaram efeito sinérgico com o uso de probióticos constituídos de *Lactobacillus* spp e *Bacillus cereus* e extrato de *Astragalus membranaceus* sobre a morfometria de órgãos do sistema imune comparados com o grupo controle, o que resultou em melhora na imunidade humoral por aumento de anticorpos.

Os resultados de peso dos órgãos do sistema imune aos 14 dias de idade contrariam os de Hassan *et al.* (2009) que observaram aumento dos pesos de baço, timo e bursa em frangos alimentados com ácido cítrico e estressados pelo calor. Esta diferença pode ser ter acontecido devido ao peso corporal dos frangos neste estudo, pois, nesta idade a densidade populacional não afeta de modo severo o desempenho das aves e seu bem-estar.

Os valores médios de peso relativo de órgãos do sistema digestório na fase de crescimento e final de frangos de corte alimentados com AF e AO estão apresentados na Tabela 8. Houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO para o peso relativo de intestino, proventrículo + moela e fígado aos 28 dias de idade (Tabela 8). Avaliando o fator principal AO, frangos que receberam dietas contendo AF apresentaram maior peso de intestino e fígado que frangos com dietas isentas de suplementação. No entanto, a associação de AF e AO diminuiu o peso relativo de proventrículo + moela e fígado dos frangos quando comparadas com os alimentados com AO. Para o fator principal AF, frangos alimentados com dietas contendo a mistura de ácidos apresentaram maior peso de intestino e fígado que frangos recebendo dietas isentas de suplementação. Quando associados aos fitogênicos a mistura de ácidos diminuiu o peso de intestino e proventrículo + moela.

Os frangos alimentados com a mistura de ácidos apresentaram menores ($P < 0,05$) peso de pâncreas que os que não receberam acidificantes na dieta. Os pesos relativos dos órgãos do sistema digestório dos frangos alimentados com antibiótico e anticoccidiano foram menores ($P < 0,01$) que dos tratamentos alternativos aos 28 dias de idade (Tabela 8).

Tabela 8. Peso relativo de órgãos de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 28, 35 e 42 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
28 dias										
Int ³	5,77	Sem	5,26Bb	5,85a	5,56	0,008	0,199	<0,001	0,004	11,49
		Com	6,21Aa γ	5,54b	6,08					
		Média	5,94	5,70						
Pvmo ³	1,95	Sem	2,05	2,10A	2,07	0,066	<0,001	<0,001	<0,001	6,59
		Com	2,17a γ	1,81Bb	1,99					
		Média	2,11	1,95						
Fig ³	2,10	Sem	1,97Bb	2,36Aa γ	2,16	0,419	0,018	<0,001	<0,001	7,03
		Com	2,26 ^A	2,16B	2,11					
		Média	2,11	2,26						
Panc ³	0,22	Sem	0,30 γ	0,27	0,29	0,144	0,043	0,439	0,033	18,87
		Com	0,26	0,26	0,26					
		Média	0,28 ^a	0,27b						
35 dias										
Int ³	4,33	Sem	5,09	4,70	4,90	0,432	0,733	0,061	0,049	14,09
		Com	4,81	5,37 γ	5,09					
		Média	4,95	5,03						
Pvmo ³	1,63	Sem	1,55	1,73A	1,64	0,604	0,606	0,011	0,065	12,75
		Com	1,72 ^a	1,46Bb	1,59					
		Média	1,63	1,59						
Fig ³	1,60	Sem	1,74Bb γ	1,92a γ	1,83	0,257	0,053	0,002	<0,001	4,87
		Com	1,89A γ	1,85 γ	1,87					
		Média	1,82	1,88						
Panc ³	0,17	Sem	0,20 γ	0,18	0,19	0,124	0,462	0,240	0,069	12,84
		Com	0,18	0,18	0,18					
		Média	0,19	0,18						
42 dias										
Int ³	4,33	Sem	4,20	4,04	4,12B	<0,001	0,157	0,558	0,005	11,40
		Com	5,00 γ	4,62	4,81A					
		Média	4,60	4,33						
Pvmo ³	1,49	Sem	1,37	1,48	1,42	0,124	0,085	0,716	0,156	13,31
		Com	1,46	1,63	1,54					
		Média	1,41	1,55						
Fig ³	1,91	Sem	1,98	2,00	1,99	0,789	0,248	0,448	0,539	9,64
		Com	1,90	2,04	1,97					
		Média	1,94	2,02						
Panc ³	0,17	Sem	0,15 γ	0,19	0,17	0,117	0,027	0,250	0,035	15,98
		Com	0,18	0,19	0,19					
		Média	0,16b	0,19a						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho; ²Coefficiente de variação (%); ³Peso relativo de: Int, intestino; Pvmo, proventrículo + moela; Fíg, fígado; Panc, pâncreas.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade

Aos 35 dias de idade houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO para os pesos de proventrículo + moela e fígado (Tabela 8). Isolando do fator AO, os pesos relativos de fígado e proventrículo + moela foram maiores e menores, respectivamente, para frangos alimentados com AF e associação de AF e AO. Para o fator principal AF, os AO aumentaram o peso de fígado que em dietas sem suplementação e, o peso de proventrículo+moela foi menor em frangos alimentados com AO e AF que os alimentados somente com AF.

Os tratamentos alternativos apresentaram valores de peso relativo de fígado superiores ($P < 0,01$) aos dos frangos alimentados com AMD; e para peso de intestino, apenas a associação de AF e AO foi superior ($P < 0,05$) ao AMD (Tabela 8).

Não houve interação entre AF e AO para os pesos relativos dos órgãos do sistema digestórios avaliados aos 42 dias de idade (Tabela 8). Entretanto, a inclusão de AF nas dietas dos frangos influenciou no maior peso relativo de intestino, enquanto que, a mistura de AO aumentou o peso de pâncreas dos frangos recebendo ração com este aditivo. O uso de fitogênicos nas dietas aumentou ($P < 0,01$) o peso de intestino comparado ao AMD. Já dietas sem suplementação diminuíram o peso de pâncreas ($P < 0,05$) (Tabela 8).

O aumento no peso relativo de intestino nos frangos recebendo AF e AO nas dietas é decorrente do maior comprimento de intestino (Tabela 9), uma vez que, o peso corporal dos frangos nesta idade (28 dias) não foi influenciado pelos diferentes aditivos (dados não publicados). No entanto, com o avançar da idade não foram observados diferenças no peso relativo de intestino corroborando com os resultados observados por outros autores avaliando AF (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004; JANG *et al.*, 2007; BARRETO *et al.*, 2008) e acidificantes (GUNAL *et al.*, 2006).

O peso de proventrículo + moela foi influenciado pelos aditivos aos 28 e 35 dias de idade, no entanto, não foram encontradas explicações de como os aditivos possam influenciar no peso destes órgãos. No caso dos frangos alimentados com AF isoladamente, foi observado maior peso destes órgãos e a possível explicação talvez possa ser o fato de ter ocorrido maior produção de pepsinogênico pela estimulação dos princípios ativos dos extratos de plantas.

O maior peso relativo de fígado, principalmente em aves alimentadas com AF pode ser resultante do maior metabolismo hepático e produção biliar (DEBERSAC *et*

al., 2001; PLATEL & SRINIVASAN, 2004). Aos 42 dias de idade os aditivos não influenciaram peso de fígado corroborando com outros estudos com misturas de extratos (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004; EL-HAKIM *et al.*, 2009; ABBAS, 2010).

Frangos alimentados com associação de AF e AO apresentaram numericamente maior peso de pâncreas (Tabela 8) o que demonstra que os aditivos alternativos, principalmente os fitogênicos, estimulando a secreção de enzimas pancreáticas e aumentando o peso do órgão como os observados por outros autores (JANG *et al.*, 2007, BASMACIOĞLU MALAYOĞLU *et al.*, 2010) e, na melhora da metabolizabilidade de nutrientes da dieta como nesta pesquisa e estudo realizado por Hernández *et al.* (2004).

Houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO para os comprimentos de intestino das aves aos 28 dias de idade (Tabela 9). Avaliando os fatores principais AO e AF, frangos alimentados com dietas contendo a associação de fitogênicos e acidificantes proporcionaram menores comprimentos de intestino.

Aos 35 dias de idade (Tabela 9) não houve interação entre os aditivos, entretanto, os aditivos fitogênicos influenciaram no maior comprimento de intestino grosso. Para o comprimento de intestino delgado, os fitogênicos isolados ou associados aos acidificantes aumentaram ($P < 0,05$) o comprimento, quando comparados com o de frangos que receberam AMD (Tabela 9).

Houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO para o comprimento de intestino delgado em frangos de corte aos 42 dias de idade (Tabela 9). Isolando o fator AO, foi observado maior comprimento em frangos que receberam dietas contendo fitogênicos. No entanto, frangos alimentados com dietas contendo acidificantes e fitogênicos apresentaram menor comprimento de intestino delgado em relação aos alimentados somente com fitogênicos.

A adição de fitogênicos nas dietas de frangos de corte influenciou ($P < 0,05$) no maior comprimento de todo o intestino e do intestino grosso, enquanto que os acidificantes diminuíram o comprimento total de intestino. Em relação às aves alimentadas com AMD, os acidificantes diminuíram comprimento total do intestino e do intestino delgado.

Tabela 9. Comprimento de intestinos de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos aos 28, 35 e 42 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
28 dias										
INT ³ (cm)	174,60	Sem	178,60	184,25A	181,43	0,044	0,265	0,018	0,078	7,65
		Com	180,25a	165,20Bb	172,73					
		Média	179,43	174,73						
ID ³ (cm)	143,80	Sem	146,20	150,25A	148,23	0,058	0,346	0,049	0,166	8,27
		Com	146,50a	135,40Bb	140,95					
		Média	146,35	142,83						
IG ³ (cm)	30,80	Sem	32,40	34,00A	33,20	0,275	0,366	0,039	0,095	10,97
		Com	33,75a	29,80Bb	31,78					
		Média	33,08	31,90						
35 dias										
INT ³ (cm)	177,00	Sem	186,50	193,25	189,88	0,121	0,438	0,655	0,064	8,69
		Com	197,67	199,50	198,58					
		Média	192,08	196,38						
ID ³ (cm)	141,25	Sem	154,83	156,75	155,79	0,363	0,706	0,946	0,026	8,27
		Com	160,00 γ	161,33 γ	160,57					
		Média	157,42	159,04						
IG ³ (cm)	35,75	Sem	31,67	36,50	34,08B	0,018	0,093	0,169	0,056	12,70
		Com	37,67	38,17	37,92A					
		Média	34,67	37,33						
42 dias										
INT ³ (cm)	212,50	Sem	192,00	190,63 γ	191,31B	0,010	0,037	0,058	0,001	8,21
		Com	222,60	195,83	209,21A					
		Média	207,30a	193,23b						
ID ³ (cm)	173,50	Sem	157,25B	153,38 γ	155,31	0,012	0,008	0,042	<0,001	8,61
		Com	183,40Aa	156,33b	169,87					
		Média	170,32	154,85						
IG ³ (cm)	39,00	Sem	34,75	37,25	36,00B	0,015	0,286	0,370	0,084	9,89
		Com	39,20	39,50	39,35A					
		Média	36,97	38,37						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho.

²CV, coeficiente de variação (%).

³INT, comprimento de intestino; ID, comprimento de intestino delgado; IG, comprimento de intestino grosso.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Os maiores comprimentos de intestino foram observados em aves alimentadas com AF, o que demonstra que estes aditivos proporcionam maior desenvolvimento do trato gastrointestinal o que pode influenciar na melhora da metabolizabilidade de nutrientes da dieta. Os resultados de comprimento intestinal observados no presente

experimento são superiores a estudos realizados com misturas de fitogênicos (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004, ABBAS, 2010) e extrato de alho (CARRIJO *et al.*, 2005).

Os pesos relativos de órgãos do sistema imune de frangos de corte alimentados com AF e AO na fase de crescimento e final estão apresentados na Tabela 10. Não houve interação entre AF e AO para os órgãos do sistema imunológico aos 28 dias de idade. Os fitogênicos influenciaram positivamente o peso relativo de bursa e, a utilização de dietas contendo fitogênicos isoladamente também proporcionou maior peso de bursa ($P < 0,01$) em relação a aves alimentadas com AMD.

Aos 35 dias de idade, frangos que receberam dietas suplementadas com acidificantes apresentaram maior peso relativo de baço ($P < 0,05$) que frangos alimentados com dietas isentas de suplementação. A inclusão de acidificantes isoladamente ou associados aos fitogênicos proporcionou maior peso de baço ($P < 0,05$) que em aves alimentadas com AMD.

Ao final do período de criação das aves (42 dias) não foram observadas diferenças de peso relativo dos órgãos do sistema imune (Tabela 10). Com o aumento da idade das aves e o menor espaço de área por ave, ocorreram mudanças no peso relativo dos órgãos do sistema imune e, os aditivos alternativos não foram capazes de influenciar positivamente o peso destes órgãos. No entanto, os fitogênicos proporcionaram maior peso de bursa aos 28 dias de idade, fato estes ocorrido pelo maior peso absoluto e a não diferenças de peso corporal nesta idade (dados não publicados). Da mesma forma para a melhora do peso relativo de baço das aves alimentadas com acidificantes aos 35 dias de idade. O fato de não se observar diferenças significativas aos 42 dias para os pesos relativos foi decorrente do peso absoluto dos órgãos que não apresentaram aumentos para essa idade e também houve aumento acima de 20% no ganho de peso entre a quinta e sexta semana de criação.

Tabela 10. Peso relativo de órgão do sistema imune de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 28, 35 e 42 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
28 dias										
Bursa	0,08	Sem	0,08	0,06	0,07B	<0,001	0,057	0,444	<0,001	39,30
		Com	0,15 γ	0,11	0,13A					
		Média	0,11	0,08						
Baço	0,12	Sem	0,12	0,14	0,13	0,712	0,273	0,168	0,406	20,45
		Com	0,13	0,12	0,13					
		Média	0,12	0,13						
Timo	0,62	Sem	0,68	0,61	0,64	0,533	0,230	0,512	0,730	18,32
		Com	0,63	0,61	0,62					
		Média	0,66	0,61						
35 dias										
Bursa	0,10	Sem	0,07	0,06	0,07	0,786	0,101	0,580	0,118	42,66
		Com	0,08	0,06	0,07					
		Média	0,08	0,06						
Baço	0,09	Sem	0,09	0,11 γ	0,10	0,483	0,025	0,862	0,041	20,36
		Com	0,09	0,11 γ	0,10					
		Média	0,09b	0,11a						
Timo	0,59	Sem	0,62	0,58	0,60	0,833	0,486	0,648	0,937	14,76
		Com	0,59	0,59	0,59					
		Média	0,60	0,58						
42 dias										
Bursa	0,06	Sem	0,04	0,08	0,06	0,083	0,127	0,207	0,067	59,86
		Com	0,04	0,04	0,04					
		Média	0,04	0,06						
Baço	0,08	Sem	0,09	0,09	0,09	0,186	0,542	0,727	0,201	19,61
		Com	0,10	0,10	0,10					
		Média	0,09	0,10						
Timo	0,49	Sem	0,49	0,48	0,48	0,734	0,833	0,985	0,990	25,01
		Com	0,47	0,46	0,47					
		Média	0,48	0,47						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho.

²Coefficiente de variação (%)

³Peso relativo de: Bur, Bursa de Fabrícus; Baço, baço; Timo, timo.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade

Os resultados do presente estudo corroboram com Fukayama *et al.* (2005) que não observaram diferenças nos pesos relativo de timo e bursa em aves criadas sem desafio sanitário e alimentadas com extrato de orégano e Abbas (2010) avaliando a utilização de extratos vegetais isoladamente (feno-grego, salsa e manjeriço). Os

resultados de peso de bursa aos 28 dias corroboram com os de Srikhun *et al.* (2010). Estes autores observaram que frangos alimentados com extrato de tamarindo (polifenol antioxidante) e mantidos em estresse térmico apresentaram peso semelhante a aves criadas em ambiente termoneutro. Hassan *et al.* (2009) também observaram melhora no peso de bursa, timo e baço em aves alimentadas com ácido cítrico e submetidas a estresse por calor.

Apesar de não ter sido observado efeito aditivo ou sinérgico entre fitogênicos e acidificantes, estudo de Li *et al.* (2009) demonstrou estes efeitos, com o uso de probióticos e extrato de *Astragalus membranaceus* que aumentaram os pesos de baço, timo e bursa em frangos de corte aos 42 dias de idade. A densidade populacional utilizada no presente estudo ter influenciado para não observar diferenças nos pesos dos órgãos do sistema imune, pois alta densidade se comporta como agente estressor desencadeando o mecanismo neuro-hormonal desencadeando liberação de hormônio adrenocorticotrófico e de corticosteróides podem suprimir órgãos do sistema imune (HILL, 1983). Alguns estudos demonstram que altas densidades de alojamento reduzem o desempenho das aves e levam a imunossupressão dos órgãos linfóides (HECKERT *et al.*, 2002; MUNIZ *et al.*, 2006).

Os valores de pH do conteúdo intestinal do jejuno de frangos de corte alimentados com AF e AO estão apresentadas na Tabela 11. Não houve interação entre AF e AO para valor de pH intestinal aos 21 dias de idade. Entretanto, os AF aumentaram o valor de pH em relação dietas sem suplementação de fitogênicos, já a inclusão dos acidificantes nas dietas das aves reduziram o pH intestinal. Além disso, as aves que receberam dietas contendo acidificantes apresentaram menor pH que aves alimentadas com AMD.

Aos 42 dias houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO. Avaliando o fator AO, o valor de pH foi reduzido em frangos alimentados com fitogênicos em relação aos sem sua suplementação. Ao isolar o fator AF, a mistura de ácidos diminuiu pH do intestino. Já quando associado aos fitogênicos, a mistura não proporcionou a diminuição do pH. Em aves alimentadas com AMD, o pH intestinal foi maior ($P < 0,01$) que em aves alimentadas com AF.

Tabela 11. Valores de pH do jejuno de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO).

pH	AMD ¹	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ² , %
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
21	6,32	Sem	6,21	6,08 γ	6,14B	0,016	0,007	0,644	0,002	2,27
		Com	6,37	6,19	6,28A					
		Méd.	6,29a	6,13b						
42	6,16	Sem	6,19Aa	5,93b	6,04	0,016	0,769	0,002	0,001	3,48
		Com	5,77Bb γ	5,99a	5,88					
		Méd.	5,98	5,96						

¹AMD: antibiótico melhoradores de crescimento.

²CV: coeficiente de variação (%).

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade

A redução do pH do jejuno demonstra que um dos efeitos da ação antimicrobiana dos acidificantes é a diminuição do pH no trato gastrointestinal reduzindo assim a contaminação de bactérias patogênicas. Os resultados deste estudo contrariam os descritos por Hernández *et al.* (2006) que não observaram diferenças no pH do jejuno de frangos alimentados com ácido fórmico aos 21 e 42 dias de idade e, Józefiak *et al.* (2010) que também não observaram diferenças no pH de aves alimentadas com ácido benzóico. Da mesma forma, Faria *et al.* (2009) não observaram diferenças no pH intestinal de frangos alimentados com ácido fumárico e/ou propiônico e fórmico aos 42 dias de idade. Entretanto, a mistura de ácido orto-fosfórico, fórmico e propiônico reduziram o pH do duodeno e moela possibilitando maior proliferação de *Lactobacillus* ao longo do trato gastrointestinal e reduzindo bactérias patogênicas (SAMANTA *et al.*, 2008).

Uma possível justificativa na discrepância de resultados dos valores de pH nos diferentes estudos é quanto a quantidade de acidificante utilizada e a mistura de acidificantes. Quanto maior a gama de ácidos utilizados na mistura melhor o efeito no organismo da ave.

Os dados de histomorfometria das vilosidades do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte alimentados com AF e AO aos sete dias de idade estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Altura de vilosidade (AV) e profundidade de cripta (PC) dos segmentos do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos sete dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
Duodeno										
AV (μ m)	926	Sem	880	1029A	954	0,553	0,799	0,015	0,120	14,04
		Com	1008	827B	918					
		Média	944	928						
PC (μ m)	209	Sem	269 γ	222	245A	0,034	0,007	0,106	0,003	9,63
		Com	229	216	222B					
		Média	249a	219b						
Jejuno										
AV (μ m)	416	Sem	497	535 γ	516A	0,049	0,419	0,525	0,022	11,00
		Com	460	464	462B					
		Média	478	499						
PC (μ m)	166	Sem	183	179	181	0,050	0,834	0,553	0,285	13,70
		Com	154	163	158					
		Média	168	171						
Íleo										
AV (μ m)	376	Sem	377	449	413	0,087	0,188	0,066	0,176	14,49
		Com	380	367	374					
		Média	379	408						
PC (μ m)	131	Sem	139	181	160	0,146	0,253	0,066	0,070	19,46
		Com	145	135	140					
		Média	142	158						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho.

²Coefficiente de variação (%).

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO para altura de vilosidade do duodeno aos sete dias de idade. Frangos recebendo AO tiveram maior altura de vilosidade que as aves alimentadas com associação de fitogênicos e acidificantes. Frangos alimentados com AF e AO reduziram ($P < 0,05$) a profundidade de cripta do duodeno e, a altura de vilosidade do jejuno foi reduzida quando as aves foram alimentadas com fitogênicos. Frangos recebendo AO na dieta apresentaram maior altura de vilosidade do jejuno ($P < 0,05$) que frangos alimentados com AMD. Para a altura de vilosidade e profundidade de cripta do íleo, os aditivos utilizados não influenciaram em seu desenvolvimento.

Estes resultados demonstram que tanto os AF como os AO proporcionaram melhora do desenvolvimento das vilosidades intestinais o que permite maior absorção

de nutrientes no duodeno e jejuno, principalmente. Estes resultados corroboram com estudos realizados com dietas para aves nas primeiras horas de vida contendo extratos vegetais que promoveram maior altura de vilosidade em frangos aos quatro dias de idade (YADAV *et al.*, 2010), misturas de ácido fumárico, cítrico, láctico e fórmico (ZANELATO *et al.*, 2009) ou mistura de ácido fumárico, láctico, cítrico e ascórbico em (MAIORKA *et al.*, 2004) que não alteraram as vilosidades de íleo.

A melhora no desenvolvimento das vilosidades na primeira semana de vida pode ter ocorrido devido à baixa contaminação bacteriana no intestino sendo que, os acidificantes e os fitogênicos foram capazes de controlar e proporcionar o desenvolvimento adequado das vilosidades, outro fato pode ser atribuído a possível atividade trófica dos fitogênicos no desenvolvimento das vilosidades, como observado com o uso de prebióticos em frangos de corte (SANTIN *et al.*, 2001); no entanto, esta ação não foi comprovada com o uso de fitogênicos.

Não houve interação entre AF e AO aos 14 dias (Tabela 13) e 21 dias de idade (Tabela 14). Da mesma forma os aditivos não influenciaram no desenvolvimento das vilosidades nos diferentes segmentos de intestino estudados. Não houve diferença entre suplementação de fitogênicos e acidificantes isoladamente ou associados e dietas sem suplementação quando comparadas com aves que receberam AMD no desenvolvimento das vilosidades nos diferentes segmentos de intestino, exceto para altura de vilo no íleo sendo que aves alimentadas com AMD apresentaram maior desenvolvimento que frangos alimentados com dietas isentas de suplementação.

Os resultados da histomorfometria das vilosidades aos 14 e 21 dias de idade corroboram com estudos realizados com extrato de orégano (FUKAYAMA *et al.*, 2005), alho em pó (CARRIJO *et al.*, 2005), mistura de extratos vegetais e ácidos fórmico e propiônico (GUNAL *et al.*, 2006), ácido láctico e butírico isolados ou associados (SALAZAR *et al.*, 2008). Entretanto, outras pesquisas revelam melhora nas vilosidades quando se administrou às aves ácido fórmico e extratos vegetais (GARCIA *et al.*, 2007), fitogênicos composto por orégano, canela e pimenta (JAMROZ *et al.*, 2006), extratos vegetais e argila ativada (FASCINA *et al.*, 2009), combinações de ácidos láctico, acético, cítrico, benzóico, fórmico e ortofosfórico (VIOLA & VIEIRA, 2007) e ácido láctico, fórmico e cítrico (SMULIKOWSKA *et al.*, 2010).

Tabela 13. Altura de vilosidade (AV) e profundidade de cripta (PC) dos segmentos do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 14 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
Duodeno										
AV (μm)	1007	Sem	994	1008	1001	0,413	0,747	0,914	0,899	13,08
		Com	1041	1069	1055					
		Média	1018	1039						
PC (μm)	280	Sem	252	277	265	0,248	0,394	0,654	0,378	15,28
		Com	239	246	242					
		Média	245	262						
Jejuno										
AV (μm)	736	Sem	694	695	695	0,117	0,390	0,384	0,457	12,79
		Com	794	724	759					
		Média	744	710						
PC (μm)	174	Sem	195	176	186	0,554	0,566	0,324	0,731	15,07
		Com	176	181	178					
		Média	185	178						
Íleo										
AV (μm)	494	Sem	499	474	487	0,164	0,546	0,862	0,525	12,77
		Com	540	526	533					
		Média	520	500						
PC (μm)	183	Sem	182	153	167	0,366	0,642	0,218	0,564	20,73
		Com	176	190	183					
		Média	179	171						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho.

²Coefficiente de variação (%).

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

As ações dos AF e AO no desenvolvimento das vilosidades intestinais ainda são contraditórios devido à escassez de pesquisas com estes aditivos influenciando o desenvolvimento do intestino. Os fatores que podem contribuir com esta diversidade de resultados são: tipo de princípio ativo utilizado, nível de inclusão e forma de utilização nos casos de acidificantes. Outro fator pode ser a ação irritante dos princípios ativos dos extratos de plantas e óleos essenciais afetando a mucosa do intestino e diminuindo o desenvolvimento das vilosidades. Entretanto, outros fatores garantem a saúde intestinal, como a atividade antimicrobiana e maior secreção de enzimas pancreáticas e intestinais, aumentando a metabolizabilidade dos nutrientes e favorecendo o melhor desenvolvimento da ave (WINDISCH *et al.*, 2008).

Tabela 14. Altura de vilosidade (AV) e profundidade de cripta (PC) dos segmentos do intestino delgado de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) aos 21 dias de idade.

	AMD ¹	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
Duodeno										
AV (μm)	1303	Sem	1267	1328	1297	0,716	0,673	0,230	0,699	12,01
		Com	1332	1208	1270					
		Média	1299	1268						
PC (μm)	253	Sem	255	291	273	0,540	0,730	0,108	0,645	18,44
		Com	274	250	262					
		Média	265	271						
Jejuno										
AV (μm)	834	Sem	804	910	857	0,406	0,361	0,405	0,152	8,47
		Com	904	853	829					
		Média	804	881						
PC (μm)	175	Sem	172	176	174	0,589	0,275	0,426	0,688	15,82
		Com	155	179	167					
		Média	164	177						
Íleo										
AV (μm)	657	Sem	504 γ	563	534	0,815	0,257	0,397	0,039	13,14
		Com	536	545	541					
		Média	520	554						
PC (μm)	203	Sem	188	175	181	0,185	0,566	0,693	0,194	16,49
		Com	164	162	163					
		Média	176	168						

¹AMD, antibiótico melhorador de desempenho.

²Coefficiente de variação (%).

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A porcentagem de córtex folicular da bursa de Fabrício de frangos de corte alimentados com AF e AO isoladamente ou associados estão apresentados na Tabela 15. Houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO para porcentagem da área cortical da bursa aos sete dias de idade. A mistura de AO associada aos AF reduziu a área da região cortical em relação às aves alimentadas somente com AF. O percentual da área de cortical da bursa não foi influenciado em frangos alimentados com dietas contendo aditivos alternativos e AMD.

Aos 14 dias de idade, não houve efeito dos aditivos sobre o percentual da área de cortical, apesar do maior valor numérico para os AF (Tabela 15). Ao final da fase

inicial de criação (21 dias), não foi observado à influência dos AF no desenvolvimento da área de cortical, porém, os AO proporcionaram efeito benéfico ao organismo aumentando ($p < 0,05$) a área da região cortical da bursa.

Tabela 15. Porcentagem da região cortical da bursa de Fabrícus de frangos de corte alimentados com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho.

	AMD	AF	AO		Média	Probabilidade			CV ¹ (%)	
			sem	com		AF	AO	AFxAO		
7 dias	44,20	Sem	44,66	48,03	46,35	0,957	0,716	0,038	0,183	8,38
		Com	48,79a	44,10b	46,45					
		Média	46,73	46,07						
14 dias	40,64	Sem	37,76	37,24	37,50	0,088	0,646	0,891	0,300	8,12
		Com	40,86	39,90	40,38					
		Média	39,31	38,57						
21 dias	36,97	Sem	36,12	40,25	38,18	0,228	0,021	0,792	0,099	8,85
		Com	38,34	41,69	40,01					
		Média	37,23b	40,97a						
28 dias	31,85	Sem	30,67	30,67	30,67	0,659	0,858	0,859	0,959	11,28
		Com	31,20	30,89	31,05					
		Média	30,93	30,78						
35 dias	31,38	Sem	27,30	31,26	29,28	0,201	0,240	0,213	0,205	13,39
		Com	31,43	31,31	31,37					
		Média	29,36	31,28						
42 dias	37,58	Sem	31,53Bby	36,44a	33,98	0,021	0,514	0,004	0,003	9,74
		Com	38,73A	35,53	37,13					
		Média	35,13	35,98						

¹CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ: Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Durante a quarta e quinta semana de criação das aves, os aditivos estudados não influenciaram no desenvolvimento da área de cortical (Tabela 15). Contudo, frangos que receberam dietas contendo AF apresentaram área da cortical numericamente superior.

Ao final do período de criação (42 dias) houve interação ($P < 0,05$) entre AF e AO. Para o fator AO, frangos alimentados com dietas contendo somente fitogênicos tiveram maior desenvolvimento da área de cortical. Avaliando o fator AF, a mistura de ácidos orgânicos apresentou maior área de cortical quando comparada com frangos alimentados com dietas isentas de suplementação. O uso de AMD nas dietas

proporcionou maior ($P < 0,05$) área de cortical apenas em relação a dietas isentas de aditivos.

De modo geral, é possível observar redução da área do córtex folicular da bursa com o aumento da idade, o que é esperado. No entanto, o percentual da área de cortical foi reduzido nos frangos deste experimento devido à densidade populacional utilizada. Em estudo avaliando densidades de alojamento em frangos de corte, Muniz *et al.* (2006) observaram redução da cortical com o aumento da densidade de 10 aves/m² para 20 aves/m². Os resultados da área da cortical aos sete dias de idade são inferiores aos observados por Muniz *et al.* (2006) e, aos 42 dias de idade se assemelham ao de aves criadas em densidade de 15 aves/m².

No presente estudo, assim como outras pesquisas (GUIMARÃES *et al.*, 2003; MUNIZ *et al.*, 2006), com o avanço da idade houve aumento do estresse quer seja por redução de área ou por variações de temperatura, com lesão no tecido linfóide com redução de área de cortical e degeneração folicular devido possivelmente a maior liberação de corticosterona. Entretanto, o uso de AF com atividades antioxidantes e/ou imunostimulantes impedem a atrofia dos folículos bursais e mantêm a produção de anticorpos como observado em várias pesquisas com aves desafiadas ou não (QIU *et al.* 2007; LI *et al.* 2009; SRIKHUN *et al.* 2010) melhorando assim a imunidade humoral das aves. O ácido cítrico também aumenta os folículos da bursa e de tonsilas cecais melhorando a responsividade destes órgãos (CHOWDHURY *et al.*, 2009).

Além disso, os aditivos alternativos estimulam a atividade fagocitária das células componentes do sistema imune inespecífico, aumentando a atividade de neutrófilos e monócitos (FAIX *et al.*, 2009), aumentando a proliferação de linfócitos no baço (LEE *et al.*, 2010) ou aumentando a produção de mucinas e de IgA no intestino (KLASING, 2007).

A melhora das barreiras componentes do sistema imune é decorrente principalmente da integridade do intestino na ave, pois, o intestino quando hígido consome 20% da exigência de energia diária da ave com renovação intestinal de 50% (CANT *et al.*, 1996). Com a redução dos desafios por patógenos intestinais há maior disponibilidade de nutrientes com melhor metabolizabilidade o que aumenta os nutrientes disponíveis para o sistema imune resultado em uma ave preparada para melhor resposta imunológica.

Os aditivos testados não influenciaram os valores dos títulos de inibição da hemaglutinação (HI) de aves vacinas contra a Doença de NewCastle aos 21 dias de idade (Tabela 16).

Tabela 16. Valores de HI (expressos em \log_2) vacinados contra o vírus da Doença de NewCastle de frangos de corte alimentados com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho.

	AMD ¹	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
21	2,86	Sem	2,33	3,17	2,75	0,839	0,839	0,058	0,291	49,81
		Com	3,43	2,17	2,80					
		Méd.	2,88	2,67						
28	2,67	Sem	4,33	4,50	4,42A	0,024	0,756	0,609	0,066	32,64
		Com	3,33	3,17	3,25B					
		Méd.	3,83	3,84						
35	2,83	Sem	3,00	3,67	3,34	0,422	0,845	0,490	0,822	50,43
		Com	2,50	3,50	3,00					
		Méd.	2,75	3,59						
42	2,83	Sem	4,33	3,50	3,92	0,918	0,475	0,818	0,387	34,93
		Com	4,20	4,00	4,10					
		Méd.	4,27	3,75						

¹AMD: antibiótico melhoradores de crescimento.

²CV: coeficiente de variação (%).

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Frangos alimentados com dietas suplementadas com AF apresentaram menor ($P < 0,05$) título de HI que aves sem suplementação aos 28 dias de idade. Este resultado de certa forma é contraditório, uma vez que se esperava aumento dos títulos de HI dos frangos alimentados com AF pois, não foi observado diferença na área de cortical aos 28 dias de idade (Tabela 15) nos frangos alimentados com AF. Na quinta e sexta semanas de criação não foram observadas diferenças entre os tratamentos para os títulos de HI (Tabela 16).

Aos 21 dias de idade foi observada interação ($P < 0,01$) entre AF e AO para título de anticorpos (Acs) em frangos de corte vacinados contra a Doença de NewCastle (Tabela 17).

Tabela 17. Valores de títulos de anticorpos de frangos de corte vacinados contra o vírus da Doença de NewCastle, expresso em médias geométricas (GMT) e alimentados com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em substituição ao antibiótico melhorador de desempenho em diferentes idades de avaliação.

Dias	AMD ¹	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ² (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
21	108	Sem	77Bb	215a	146	0,670	0,418	0,006	0,061	13,11
		Com	175A	94	135					
		Méd.	125	155						
28	156	Sem	343	507 γ	425	0,050	0,162	0,647	0,037	11,01
		Com	205	237	221					
		Méd.	274	372						
35	520	Sem	235	382B	309	0,021	0,001	0,018	0,007	13,95
		Com	265b	1209A $\alpha\gamma$	737					
		Méd.	250	796						
42	505	Sem	599	804	702	0,168	0,389	0,413	0,181	8,67
		Com	905	1001	953					
		Méd.	752	903						

¹AMD: antibiótico melhoradores de crescimento.

²CV: coeficiente de variação (%).

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Avaliando o fator AO, frangos alimentados recebendo dietas suplementadas com AF produziram maior título de Acs que frangos que não receberam suplementação. Para o fator AF, o uso de AO nas dietas das aves proporcionou aos frangos condições biológicas de produzirem mais Acs que frangos sem receberem dietas com AO. Aos 28 dias de idade, aves alimentadas com AMD apresentaram menores ($P < 0,05$) títulos de Acs que aves alimentadas com AO.

Houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO para título de Acs das aves vacinadas contra doença de NewCastle aos 35 dias de idade. Isolando o fator AO, aves alimentadas com AF e associadas a AO apresentaram maiores valores de título de Acs que aves sem alimentação de AF. Para o fator AF, a associação AO e AF proporcionou maior título de Acs que em aves alimentadas sem a mistura de ácidos. Além disso, aves que foram alimentadas com dietas contendo os dois aditivos apresentaram efeitos benéficos no sistema imune e, como consequência, maior produção de Acs que aves alimentadas com AMD.

Ao final do período de criação (Tabela 17), não foram observadas diferenças para título de anticorpos, apesar da maior proteção contra a Doença de Newcastle em aves alimentadas com associação de AF e AO.

Neste estudo apesar de terem sido observadas diferenças significativas na área de estoque de linfócitos B maduros na bursa, estes não melhoraram a proteção da ave para esta doença demonstrando assim, pequeno efeito imunestimulante em aves alojadas em altas densidades. Os resultados deste estudo corroboram com outras pesquisas que não observaram diferenças na produção de anticorpos em aves alimentadas com orégano (BASMACIOĞLU MALAYOĞLU *et al.*, 2010), sementes de anis (SOLTAN *et al.*, 2008) e polifenóis extraídos de tamarindo (SRIKUN *et al.*, 2010). Entretanto, pesquisas demonstraram o efeito imunestimulando dos AF em aves quando estas foram alimentadas com extrato de cúrcuma (ALI *et al.*, 2010; LEE *et al.*, 2010) e ervas chinesas como o *Astragalus membranaceus* (QIU *et al.*, 2007; LI *et al.*, 2009).

Os valores das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) no intestino degaldo de frangos de corte alimentados com AF e AO aos 21 e 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 18. Não houve interação entre AF e AO para os valores de TBARS no intestino de frangos de corte aos 21 dias (Tabela 18). Os AF promoveram redução na oxidação lipídica do intestino implicando em menor degradação das células intestinais.

Aos 42 dias de idade houve interação ($P < 0,01$) entre AF e AO. Avaliando o fator AO, os AF reduziram o valor de TBARS do intestino em relação a aves alimentadas com dietas ausentes de suplementação ou suplementadas com AO. Para o fator AF, aves alimentadas com AO na dieta apresentaram menor oxidação de lipídios que aves isentas de aditivos.

Aves recebendo dietas isentas de suplementação apresentaram valores superiores ($p < 0,05$) às aves alimentadas com AMD aos 21 dias de idade (Tabela 18). Entretanto, aos 42 dias de idade, aves alimentadas com AF isoladamente ou associadas aos AO apresentaram valores de TBARS inferiores ($p < 0,01$) às aves alimentadas com AMD.

Tabela 18. Valores de espécies reativos ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) no intestino de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 21 e 42 dias de idade.

Dias	AMD	AF	AO		Média	Probabilidade				CV ¹ (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
21	0,104	Sem	0,198 γ	0,114	0,156A	0,036	0,198	0,052	0,028	46,84
		Com	0,091	0,109	0,100B					
		Média	0,144	0,111						
42	0,173	Sem	0,220Aa	0,150Ab	0,185	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	20,89
		Com	0,110B γ	0,103B γ	0,106					
		Média	0,165	0,126						

¹CV: coeficiente de variação.

Letras maiúsculas e minúsculas distintas na coluna e linha, respectivamente, diferem entre si pelo teste F. γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Raros são os estudos sobre o efeito de aditivos alternativos aos AMD no controle da oxidação lipídica no intestino de frangos. Na oxidação lipídica há grande liberação de radicais livres e espécies reativas ao oxigênio que degradam as células teciduais levando a morte celular e mais produção de radicais. O malonaldeído (MDA), um dos principais radicais livres, é o produto final da oxidação lipídica que é determinado pelo ácido tiobarbitúrico. Alguns componentes de plantas possuem atividade antioxidante que neutralizam os radicais livres (BAGCHI *et al.*, 1997). De acordo com Faix *et al.* (2009) o trato gastrointestinal é considerado importante local de produção de radicais livres que podem ser absorvidos para a corrente sanguínea. Neste estudo, os princípios ativos dos extratos de plantas utilizados como AF apresentaram atividade antioxidante reduzindo o teor de MDA no intestino dos frangos.

Os resultados do presente estudo corroboram com Faix *et al.* (2009) que observaram redução do MDA na mucosa do duodeno de frangos recebendo extrato de canela e Ciftci *et al.* (2010) que observaram redução do MDA e melhor atividade da glutatona peroxidase no sangue de frangos alimentadas com canela da Índia demonstrando o poder antioxidante deste extrato e influenciando na melhora da saúde da ave, além disso, gengibre também proporciona redução na peroxidação lipídica do intestino (MANJU & NALINI, 2010). Portanto, os AF utilizados neste estudo foram capazes de proteger o intestino contra oxidação dos lipídios causados por patógenos intestinais, resultando no aumento da integridade, melhor absorção de nutrientes além de

poder aumentar a atividade das enzimas antioxidantes que auxiliam na melhora do sistema imune.

CONCLUSÃO

Aditivos fitogênicos isoladamente ou associados aos ácidos orgânicos não afetam o desempenho das aves e a histomorfometria intestinal e, melhoram a morfometria dos órgãos do sistema digestório e imune, bem como a saúde de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

Abbas, RJ. Effect of using fenugreek, parsley and sweet basil seeds as feed additives on the performance of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* 2010; 9(3): 278-282.

Abildgaard L, Hojberg O, Schramm A, Balle KM, Engberg RM. The effect of feeding a commercial essential oil product on *Clostridium perfringens* numbers in the intestine of broiler chickens measured by real-time PCR targeting the α -toxin-encoding gene (*plc*). *Animal Feed Science and Technology* 2010; 157(3-4):181-189.

Ali MN, Qota EMA, Hassan RA. Recovery from adverse effects of heat stress on slow-growing chicks using natural antioxidants without or with sulphate. *International Journal of Poultry Science* 2010; 9(2):109-117.

Ao T, Cantor AH, Pesatore AJ, Ford MJ, Pierce JL, Dawson KA. Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. *Poultry Science* 2009; 88(1): 111-117.

Bagchi D, Garg A, Krohn RL, Bagchi M, Tran MX, Stohs SJ. Oxygen free radical scavenging abilities of vitamins C and E, and A grape seed proanthocyanidin extract in vitro. *Research Communications in Molecular Pathology and Pharmacology* 1997; 95(2):179-189.

Barreto MSR, Menten JFM, Racanicci AMC, Pereira PWZ, Rizzo PV. Plant extracts used as growth promoters in broilers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2008; 10(2):109-114.

Basmacioğlu Malayoğlu H, Baysal S, Misirlioglu Z, Polat M, Yilmaz H, Turan N. Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat-soybean meal diets. *British Poultry Science* 2010; 52(1):67-80.

Battal AB, Parsons CM. Effects of age on development of digestive organs and performance of chicks fed a corn-soybean meal versus a crystalline amino acid diet. *Poultry Science* 2002; 81(9):1338-1341.

Biggs P, Parsons CM. The effects of several organic acids on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. *Poultry Science* 2008; 87(12):2581-2589.

Botsoglou NA, Flourou-Paneri P, Nokolalakis I, Giannenas I, Dotas V, Botsoglou EN, Aggelopoulos S. Effect of dietary saffron (*Crocus sativus* L.) on the oxidative stability of egg yolk. *British Poultry Science* 2005; 46(6):701-707.

Brown DR, Southern LL, Baker DH. A comparison of methods for organ-weight data adjustment in chicks. *Poultry Science* 1985; 64:366-369.

Cant JP, McBride BW, Croom WJ Jr. The regulation of intestine metabolism and its impact on whole animal energetic. *Journal of Animal Science* 1996; 74:2541-2553.

Carrijo AS, Madeira LA, Sartori JR, Pezzato AC, Gonçalves JC, Cruz VC, Kuibidfa KV, Pinheiro DF. Alho em pó na alimentação alternativa de frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2005; 40(7):673-679.

Chen HL, Li DF, Chang BY, Gong LM, Dai JG, Yi GF. Effects of chinese herbal polysaccharides on the immunity and growth performance of young broilers. *Poultry Science* 2003; 82:364-370.

Chowdhury R; Islam KMS; Kham MJ, Karim MR, Haque MN, Khatun M, Pesti GM. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. *Poultry Science* 2009; 88(8):1616-1622.

Ciftici, M, Simsek UG, Yuce A, Yilmaz O, Dalkilic B. Effects of dietary antibiotic and cinnamon oil supplementation on antioxidant enzyme activities, cholesterol levels and fatty acid compositions on serum and meat in broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno* 2010; 79:33-40.

Coon CN, Leske LL, Akavanichan O, Cheng TK. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. *Poultry Science* 1990; 69:787-793.

Cross DE, McDevitt RM, Hillman K, Acamovic T. The effect of herb and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *British Poultry Science* 2007; 48(4):496-506.

Debersac P, Vernevaut MF, Amiot MJ, Susuchetet M, Siess MH. Effects of a water-soluble extract of rosemary and its purified component rosmarinic acid on xenobiotic-metabolizing enzymes in rat liver. *Food and Chemical Toxicology* 2001; 29(2):109-117.

Dibner JJ, Buttin P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. *The Journal of Applied Poultry Research* 2002; 11(4):453-463.

El-Hakim ASA, Cherian G, Ali MN. Use of organic acid. Herbs, and their combination to improve the utilization of commercial low protein broiler diets. *International Journal of Poultry Science* 2009; 8(1):14-20.

Europa. Regulamento (CE) N° 1831/2003. *Jornal Oficial da União Europeia* n° L268. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Bruxelas.

Faix S, Faixová Z, Plachá I, Koppel J. Effect of *Cinnamomum zeylanicum* essential oil on antioxidative status in broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno* 2006; 78(3):411-417.

Fascina VB, Sartori JR, Putrino SM, Carvalho FB, Araújo PC, Pelícia VC, Benzoni, G. Morfometria intestinal de frangos de corte suplementados com produto alternativo aos antibióticos promotores de crescimento. In: Conferência FACTA 2009 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. Anais do Prêmio Lamas...Porto Alegre: FACTA 2009. CD-ROM.

Faria DE, Henrique APF, Franzolin Neto R, Medeiros AP, Junqueira OM, Faria Filho DE. Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. Ácidos orgânicos e probióticos. *Ciência Animal Brasileira* 2009; 10(1):29-39.

Flemming JS, Freitas JRS, Fontoura P, Montanhini Neto R, Arruda JS. Use of Mannanligosaccharides in Broiler Feeding. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2004; 6(3):159-161.

Fukayama EH, Bertechini AG, Geraldo A, Kato RK, Murgas LDS. Extrato de Orégano como Aditivo em Rações para Frangos de Corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2005; 34(6, supl.):2316-2326.

García V, Catalá-Gregori P, Hernández F, Megías MD, Madrid J. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *The Journal of Applied Poultry Research* 2007; 16(4):555-562.

Giannenas I, Florou-Paneri P, Papazahariadou M, Christaki E, Botsoglou NA, Spais AB. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Archives of Animal Nutrition* 2003; 57(2):99-106.

Gowda NKS, Ma;athi V, Suganthi RU. Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production. *Animal Feed Science and Technology* 2004; 116:281-291.

Gunal M, Yayli G, Kaya O, Karahan N, Sulak O. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acids supplementation on performance, intestinal

microflora and tissue of broilers. *International Journal of Poultry Science* 2006; 5(2): 149-155.

Guimarães EB, Vasconcelos AC, Martins NRS, Oliveira RFM, Moro L, Nunes JES, Santos FGA. Porcentagem de parênquima e índice apoptótico da bolsa cloacal em frangos de corte em ambiente de conforto e estresse térmico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2003; 55(2):178-186.

Guo FC, Kwakkel RP, Williams BA, Li HS, Luo JY, Li XP, Wei YX, Yan ZT, Versteegen MWA. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on growth performance of broilers. *British Poultry Science* 2004; 45(5):684-694.

Hassan AM, May Abdelazeem H, Reddy PG. Effect of some water supplements on the performance and immune system of chronically heat-stressed broiler chicks. *International Journal of Poultry Science* 2009; 8(5):432-436.

Heckert RA, Estevez I, Russek-Cohen E, Pettit-Riley. Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. *Poultry Science* 2002; 81(4):451-457.

Hernández F, Madrid J, García V, Orengo J, Megías MD. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science* 2004; 83(2):169-174.

Hernández F, García V, Madrid J, Orengo J, Catalá P, Megíadas MD. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. *British Poultry Science* 2006; 47(1):50-56.

Hill JA. Indicators of stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, v.39, p.24-31, 1983.

Jamroz D, Wiliczekiewicz A, Wertelecki T, Orda J, Skorupinska J. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and domestic grains. *British Poultry Science* 2005; 46:485-493.

Jang IS, Ko H, Kang SY, Lee CY. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens, *Animal Feed Science and Technology* 2007; 134(3):304-315.

Józefiak D, Kaczmarek, S, Rutkowski, A. The effects of benzoic acid supplementation on the performance of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2010; 94(1):29-34.

Karimi A, Yan F, Coto C, Park JH, Min Y, Lu C, Gidden JA, Lay Jr. JO, Waldroup PW. Effects of level and source of oregano leaf in starter diets for broiler chicks. *The Journal of Applied Poultry Research* 2010; 19(3):137-145.

Klasing KC. Nutrition and immune system. *British Poultry Science* 2007; 48(5):525-537.

Kumar S, Sharadamma KC, Radhakrishna PM. Effects of a garlic active basead growth promoter on growth performance and specific pathogenic intestinal microbial counts of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science* 2010; 9(2):244-246.

Lara y Lara PE, Ortiz MFI, Urquiso EA, García JRS. Harinas de hojas de plantas aromáticas como fitoterapêuticos em pollos de engorda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2010; 45(3):294-298.

Lee SH, Lilliehoj HS, Hong YH, Jang SI, Lillehoj EP, Ionescu C, Mazuranok L, Bravo D. In vitro effects of plant and mushroom extracts on immunological function of chicken lymphocytes and macrophages. *British Poultry Science* 2010; 51(2):213-221.

Li SP, Zhao XJ, Wang JY. Synergy of *Astragalus* polysaccharides and probiotics (*Lactobacillus* and *Bacillus cereus*) on imunity and intestinal microbiota in chicks. *Poultry Science* 2009; 88(3):519-525.

Liem A, Pesti GM, Edwards Jr HM. The effect of several organic acids on phythase phosphorus hydrolysis in broiler chicks. *Poultry Science* 2008 ; 87(4):687-693.

Luna LG. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd ed. New York: MacGraw-will; 1968. 258p.

Madsen HL, Sørensen B, Skibsted LH, Bertelsen G. The antioxidative activity of summer savory and rosemary in dressing stored exposed to light or in darkness. *Food Chemistry* 1998; 63:173-180.

Maiorka A, Santin AME, Borges SA, Opalinski M, Silva AVF. Emprego de uma mistura de ácido fumárico, láctico, cítrico e ascóbico em dietas iniciais de frangos de corte. *Archives of Veterinary Science* 2004; 9(1):31-37.

Manju V, Nalini N. Effect of ginger on lipid peroxidation and antioxidant status in 1,2-dimethyl hydrazine induced experimental colon carcinogenesis. *Journal of Biochemical Technology* 2010; 2(2):161-167.

Medeiros CM, Baêta FC, Oliveira RFM, Tinôco IFF, Albino LFT, Cecon PR. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na Agricultura* 2005; 13(4):277-286.

Mitisch P, Zitterl-Eglseer K, Köhler B, Gabler C, Losa R, Zimpernik I. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry Science* 2004; 83:669-675.

Muhl A, Liebert F. Growth nutrient utilization and threonine requirement of growing chicken fed threonine limiting diets with commercial blends of phytogetic feed additives. *The Journal of Poultry Science* 2007; 44:297-304.

Muniz EC, Fascina VB, Pires PP, Carrijo AS, Guimarães EB. Histomorphology of Bursa of Fabricius? Effects of stock densities on commercial broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2006; 8(4):217-220.

Platel K, Srinivasan K. Digestive stimulant action of spices: A myth or reality? *Indian Journal of Medical Research* 2004; 119(5):167-179.

Pirgozliev V, Murohy TC, Owens B, George J, McCann MEE. Fumaric and sorbic acids as additives in broiler feed. *Research in Veterinary Science* 2008; 84(2):387-394.

Purchase HG, Arp LH, Domermuth CH, Pearson JEA. *Laboratory manual of isolation and identification of avian pathogens*. 3ed. Dunderberg, Kendall, Hunt:Publishing Company, 1989. 227p.

Qiu Y, Hu YL, Cui BA, Zhang HY, Kog XF, Wong DY, Wang YG. Immunopotentiating effects of four Chinese herbal polysaccharides administered at vaccination in chickens. *Poultry Science* 2007; 86(12):2530-2535.

Ricke SC. Perspectives on the Use of Organic Acids and Short Chain Fatty Acids as Antimicrobials. *Poultry Science* 2003; 82:632-639.

Rizzo PV, Menten JFM, Racanicci AMC, Traldi AB, Silva CS, Pereira PWZ. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2010; 39(4):801-807.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2.ed. Viçosa: Horácio Santiago Rostagno, 2005. 186p.

Saker MSK, Kim GM, Yang CJ. Effect of green tea and biotite on performance, meat quality and organ development in Ross broiler. *Egyptian Poultry Science Journal* 2010; 30(1):77-88.

Salazar PCR, Albuquerque R, Takeara P, Trindade Neto MA, Araújo LF. Efeito dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 2008; 45(6):463-471.

Samanta S, Haldar S, Ghosh TK. Production and carcass traits in broiler chickens given diets supplemented with inorganic trivalent chromium and an organic acid blend. *British Poultry Science* 2008; 49(2):155-163.

Santos EC, Teixeira AS, Freitas RTF, Rodrigues PB, Dias ES, Murgas LDS. Uso de aditivos promotores de crescimento sobre o desempenho, características de carcaça e bactérias totais do intestino de frangos de corte. *Ciência Agrotécnica* 2005; 29(1):223-231.

Santurio J M, Santurio DF, Pozzatti P, Moraes C, Franchin PR, Alves SH. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella enterica* de origem avícola. *Ciência Rural* 2007; 37(3):803-808.

Santin EA, Maiorka A, Macari M, Grecco M, Sanches JC, Okada TM, Myasaka AM. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. *The Journal of Applied Poultry Research* 2001; 10:236-244.

Sas Institute Inc., User Installation Guide for the SAS[®] System, Version 9 for Microsoft[®] Windows[®], Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002.

Smulikowska J, Czerwiński J, Mieczkowska A. Effect of an organic acid blend and phytase added to a rapeseed cake-containing diet on performance, intestinal morphology, caecal microflora activity and thyroid status of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2010; 94:15-23.

Soltan MA, Shewita RS, El-Katcha MI. Effect of dietary anise seeds supplementation on growth performance, immune response, carcass traits and some blood parameters of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* 2008; 7(11):1078-1088.

Srikhun T, Aengwanich E, Kongbuntad W. Effects of polyphenols extracted from tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed coat on body weight, white blood cells, Bursa of Fabricius and ndV-HI titer of broilers under chronic heat stress. *International Journal of Poultry Science* 2010; 9(10):988-995.

Tiihonen K, Kettunen H, Bento MHL, Lahtinen S, Ouwehand AC, Schulze H, Rautonen N. The effect of feeding essential oils on broiler performance and gut microbiota. *British Poultry Science* 2010; 51(3):381-392.

Toledo GSP, Costa PTC, Silva LP, Pinto D, Ferreira P, Poletto CJ. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. *Ciência Rural* 2007; 37(6):1760-1764.

Vale MM, Menten JFM, Morais SCD, Brainer MMA. Mixture of formic and propionic acid as additives in broiler feeds. *Scientia Agricola* 2004; 61(4):371-375.

Vieira SL, Oyarzabal OA, Freitas DM, Berres J, Peña JEM, Torres CA, Coneglian JLB. Performance of broilers fed diets supplemented with sanguinarine-like alkaloids and organic acids. *The Journal of Applied Poultry Research* 2008; 17(1):128-133.

Viola ES, Vieira SL. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2007; 36(4 supl.):1097-1104.

Viola ES, Vieira SL, Torres CA, Freitas DM, Berres J. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2008; 37(2):296-302.

Wang JP, Lee JH, Yoo JS, Cho JH, Jim HJ, Kim IH. Effects of phenyllactic acid on growth performance, intestinal microbiota, relative organ weight, blood characteristics, and meat quality of broiler chicks. *Poultry Science* 2010; 89(7):1549-1555.

Windisch W, Schedle K, Pletzner C, Kroismayr A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science* 2008; , 86(suppl. E):140-148.

Yadav GB, Kadam AS, Pachpande AM, Lambate SB, Lonkar VD, Maini S, Ravikanth K. Post hatch histo-morphological studies of small intestinal development in chicks fed with herbal early chick nutritional supplement. *International Journal of Poultry Science* 2010; 9(9):851-855.

Zanelato EA, Favero A, Rocha C, Huber M, Borges SA. Efeito do uso de ácidos orgânicos sobre a morfometria da mucosa intestinal de frangos de corte. In: Conferência FACTA 2009 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. Anais do Prêmio Lamas...Porto Alegre: FACTA 2009. CD-ROM.

CAPÍTULO IV

**ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS DE
FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima*
E *Eimeria tenella***

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo verificar o efeito dos aditivos fitogênicos e dos ácidos orgânicos isolados ou associados em frangos de corte desafiadas com *Eimeria acervulina*, *E. maxima* e *E. tenella*. Foram utilizados 240 pintos de corte com um dia de idade que posteriormente foram infectados com coccídeos, sendo utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram dieta controle (DC) sem inclusão de qualquer aditivo; DC + avilamicina + monensina sódica; DC e vacinação contra coccidiose; DC + extrato de curcuma, extratos de citros e extratos de sementes de uva + óleo de eucalipto, óleo essencial de Canela-da-China, folhas de Boldo-do-Chile, sementes de Feno-Grego (AF); DC + ácido láctico, benzóico, fórmico, cítrico e acético (AO); DC + AF + AO. Aos 16 dias de idade as aves foram inoculadas por via oral com 1×10^5 de *E. acervulina*, 1×10^4 de *E. maxima* e 1×10^4 de *E. tenella*. Aos 4, 5, 6 e 7 dias após infecção, foi coletada uma amostra de excreta por unidade experimental para determinação da excreção de oocistos e, uma ave por unidade experimental foi sacrificada para avaliar os escores de lesão intestinal. Aves alimentadas com aditivos fitogênicos apresentaram menor excreção de oocistos e escores de lesão das eimérias inoculadas em relação a aves infectadas e sem suplementação e assemelharam-se com aves que receberam anticoccidiano. Aditivos fitogênicos reduzem a infecção das eimérias em frangos de corte podendo ser utilizados como alternativa aos anticoccidianos convencionais.

Palavras-chave: acidificantes, coccidiose, escore de lesão, extratos vegetais, ionóforo.

PHYTOGENICS ADDITIVES AND ORGANIC ACIDS IN DIETS OF BROILER CHICKENS CHALLENGED WITH *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* AND *Eimeria tenella*

ABSTRACT

The present study aimed to verify the effects of isolated or associated phytochemicals additive (FA) and organic acids (OA) on broiler chickens challenged with *Eimeria acervulina*, *E. maxima* and *E. tenella*. A total of 240 one-day-old chicks were infected with coccidian and distributed in a completely randomized design in six treatments replicated five times. The treatments were control diet (CD) without inclusion of any additive; CD+avilamincin+monesin sodium; CD and vaccination against coccidiosis; CD + turmeric extract, citrus extract and grape seed extract + eucalyptus oil, Chinese cinnamon essential oil, Peumus boldus leaves, fenugreek seeds (FA); CD+ lactic acid, benzoic acid, formic acid, citric acid and acetic acid (OA); DC+FA+AO. At the sixteenth day, birds were inoculated via the oral route with 1×10^5 of *E. acervulina*, 1×10^4 of *E. maxima* and 1×10^4 of *E. tenella*. At days 4, 5, 6 and 7 after infection, it was collected an excrete sample per experimental unit for determination of oocysts excretion and, a bird per experimental unit were sacrificed to evaluate the intestinal lesion scores. Phytochemicals additive-fed broilers showed lower oocysts excretion and intestinal lesion scores compared with infected broilers without supplementation and likened to broilers that received anticoccidials. Phytochemicals additives reduce the infection with *Eimeria* in broilers and can be used as an alternative to conventional anticoccidials drugs.

Keywords: acidificants, coccidiosis, lesion score, herbal extracts, ionophorous

INTRODUÇÃO

Na avicultura mundial a principal patologia causadora de perdas econômicas é a coccidiose, sendo que o custo anual com terapias curativas e profiláticas e, queda na produção zootécnica pode exceder US\$ 1 bilhão em todo o mundo (Shirley *et al.*, 2007). A coccidiose é causada por protozoários do gênero *Eimeria*. Sete espécies acometem as galinhas: *Eimeria acervulina*, *E. maxima*, *E. tenella*, *E. brunetti*, *E. mitis*, *E. praecox* e *E. necatrix*, sendo as três primeiras eimérias as espécies mais comuns. A sintomatologia clínica mais comum da coccidiose em frangos de corte é queda no ganho de peso, piora da conversão alimentar e má absorção de nutrientes causada por lesões em todo o epitélio intestinal.

O controle da coccidiose na avicultura é feito com administração de anticoccidianos (quimioterápicos e ionóforos) nas rações apresentando grande eficiência (Conway *et al.*, 2001; Pesti *et al.*, 2002), vacinas com oocistos vivos ou atenuados (Chapman *et al.*, 2002) e utilização de anticoccidianos e vacinação (Chapman, 2005).

Com a proibição do uso de antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) na produção animal pela União Européia em 2006 (União Européia, 2003), houve a necessidade de uso de aditivos alternativos como acidificantes (orgânicos e inorgânicos) em rações pelas empresas produtoras de carne (Vieira *et al.*, 2008). Além disso, houve questionamentos na Comunidade Européia sobre a continuidade ou não do uso de anticoccidianos. Deste modo, a busca de alternativas para substituir os anticoccidianos retomou sua importância no meio científico.

Pesquisas demonstram que semelhantemente aos AMDs, a resistência de algumas linhagens de eimérias aos anticoccidianos convencionais tem aumentado (McDougald & Reid, 1994 Chapman, 1997). Como alternativa de substituição total ou parcial dos anticoccidianos, alguns aditivos auxiliam na redução dos efeitos provocados pelas eimérias, dentre estes aditivos estão os mananoligossacarídeos (Gao *et al.*, 2009; Gómez-Verduzco *et al.*, 2009), a betaína (Teixeira *et al.*, 2006) e os extratos vegetais e óleos essenciais (Youn & Noh, 2001; Gianennas *et al.*, 2003).

O uso de extratos de plantas e seus princípios ativos como antiparasitários e anticoccidianos tem sido estudado por vários anos (Hammond *et al.*, 1997; Youn & Noh, 2001) contudo, os resultados dos extratos de plantas como anticoccidianos são

muito controversos devido a diversidade de plantas estudadas e do modo de administração destas. Avaliando o efeito de aditivos fitogênicos (AF) a base de saponias e taninos, Muriel *et al.* (2005) observaram que aves suplementadas com AF e desafiadas com coccídeas apresentaram melhor ganho de peso e menor escore de lesão.

Existem uma variedade de plantas com potencial antiparasitária o que resultam em efeitos controversos, melhorando o ganho de peso e escores de lesão com extrato de *Q. indica*, *S. flavescens* e extrato de orégano (Youn & Noh, 2001; Giannenas *et al.*, 2003). Da mesma forma, mistura de ácido acético, láctico e orto-fosfórico apresentaram desempenho semelhante a de AMD (Bellaver *et al.*, 2005).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito dos aditivos fitogênicos e dos ácidos orgânicos isolados ou associados em frangos de corte desafiadas com *Eimeria acervulina*, *E. maxima* e *E. tenella*.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados no presente experimento foram aprovados pela Câmara de Ética em Experimentação Animal (processo N. 183/2008-CEEA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Campu Botucatu.

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Câmpus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves. Foram alojados 240 pintos com 1 dia de idade, machos da linhagem Cobb, em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições de oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de dieta controle (DC) sem adição de aditivos; DC + antibiótico melhorador de desempenho¹ + anticoccidiano² (AMD); DC + vacina contra coccidiose³ (DC+vacina); DC + aditivos fitogênicos⁴ composto por extrato de curcuma, extratos de citros e extratos de sementes de uva + óleo de eucalipto, óleo essencial de Canela-da-China, folhas de Boldo-do-Chile, sementes de Feno-Grego (AF); DC + ácidos orgânicos⁵ composto por ácido láctico,

¹Surmax 200[®] (Elanco). Avilamicina a 20%. Inclusão de 10 ppm.

²Monenpac MC 400[®]: monensina sódica a 40%. Inclusão de 25 ppm.

³Livacox[®] (Merial)

⁴Imunostart[®] + Enterocox[®] (Phytosynthese).

⁵Premium Sal-Ácido 8[®] (Nutriacid).

benzóico, fórmico, cítrico e acético (AO); DC + aditivos fitogênicos + ácidos orgânicos (AFAO).

As aves foram alojadas em gaiolas metálicas (0,5 x 0,6 x 0,4 m), munidas de comedouro frontal tipo calha e bebedouro tipo nipple. As aves foram vacinadas no incubatório contra as doenças de Marek, Gumboro e Bouda aviária. As aves do tratamento com vacina contra coccidiose foram vacinadas aos três dias de idade. As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja, de acordo com as recomendações nutricionais de Rostagno *et al.* (2005) (Tabela 1). As dietas experimentais contendo acidificantes foram formuladas levando em consideração os teores de cálcio, sódio e o valor de EMA da mistura dos ácidos orgânicos. Água e ração serão fornecidas *ad libitum* durante todo o período de criação, o programa de luz realizado foi de 24 horas.

Aos 16 dias de idade foram inoculadas, oralmente e individualmente por meio de pipeta automática, 1 mL de solução contendo aproximadamente 100.000, 10.000 e 10.000 oocistos esporulados/ave de *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* e *Eimeria tenella* respectivamente.

Aos quatro, cinco, seis e sete dias após a inoculação foi coletada uma amostra de excreta de cada unidade experimental. As excretas foram recolhidas uma vez ao dia, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição e armazenadas sob refrigeração. Posteriormente foram pesados dois gramas de excreta e diluída em 58 mL de solução salina supersaturada. Posteriormente, em agitação, a suspensão foi filtrada em peneira e uma alíquota da suspensão foi aplicada nos compartimentos da câmara de McMaster. Após descanso de cinco minutos da suspensão dentro da câmara, efetuou-se a leitura em microscópio óptico com objetiva planapocromática de 10 X. Para a determinação de oocistos por grama de excreta (OPG) foi multiplicado a soma da quantidade de oocistos encontrados nos dois compartimentos da câmara por 100 (Hodgson, 1970).

Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais.

Ingredientes	Pré-inicial		Inicial	
	A ¹	B ²	A	B
Milho	55,96	55,67	56,93	56,62
Farelo de soja 45%	37,32	37,35	35,55	35,60
Calcário calcítico	0,94	0,84	0,90	0,80
Fosfato bicálcico	1,95	1,95	1,84	1,84
Óleo de soja	2,23	2,28	3,47	3,53
DL-Metionina (99,0%)	0,23	0,24	0,17	0,17
L-Lisina HCl (78,4%)	0,37	0,37	0,21	0,21
L-Treonina (98,5%)	0,15	0,15	0,06	0,06
Cloreto de colina (60%)	0,06	0,06	0,05	0,05
Bicarbonato de sódio	0,08	0,03	0,05	0,00
Sal comum	0,46	0,46	0,47	0,47
Inerte	0,10	0,45	0,15	0,50
Suplemento vitamínico ³	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento mineral ⁴	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100
Composição nutricional calculada				
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2960	2955	3050	3045
Proteína bruta (%)	22,11	22,11	21,14	21,14
Fibra bruta (%)	3,02	3,12	2,96	3,06
Lisina dig. (%)	1,36	1,36	1,19	1,19
Metionina dig. (%)	0,54	0,54	0,46	0,46
Met+Cis dig. (%)	0,84	0,84	0,75	0,75
Treonina dig. (%)	0,88	0,88	0,77	0,77
Triptofano dig. (%)	0,24	0,24	0,23	0,23
Ácido linoléico (%)	2,48	2,49	3,15	3,17
Cálcio (%)	0,94	0,90	0,90	0,86
Fósforo disp. (%)	0,47	0,47	0,45	0,45
Potássio (%)	0,84	0,84	0,81	0,81
Sódio (%)	0,22	0,20	0,22	0,20
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32

¹A: ração basal dos tratamento CN, controle negativo; AMD, antibiótico melhorador de desempenho; AF, aditivos fitogênicos. ²B: ração basal dos tratamentos AO, ácidos orgânicos; AF+AO, aditivos fitogênicos + ácidos orgânicos. Considerou-se os níveis nutricionais da mistura de ácidos orgânicos (Premium Sal-Ácido 8: EM: 1.200 kcal/kg; Ca: 11% disponível; Na: 4,5%). ³ MC-MIX Frango Inicial 1 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração para as fases pré-inicial e inicial: Vit. A, 11.000 UI; Vit. D₃, 2.000 UI; Vit. E, 16 mg; Ácido fólico, 0,4 mg; Pantotenato de cálcio, 10 mg; Biotina, 0,06 mg; Niacina, 35 mg; Piridoxina, 2 mg; Riboflavina, 4,5 mg; Tiamina, 1,2 mg; Vit. B12, 16 mcg; Vit. K3, 1,5 mg; Se, 0,25 mg; Antioxidante, 30 mg. ⁴ MC-MIX Mineral Aves 0,5 kg (Mcassab[®]) níveis de garantia/kg de ração: Cu, 9 mg; Zn, 60 mg; I, 1 mg; Fe, 30 mg; Mn, 60 mg.

Também aos quatro, cinco, seis e sete dias após inoculação foi retirada aleatoriamente uma ave por unidade experimental, pesada e sacrificada para determinação dos escores de lesão intestinal em cada segmento do intestino. Escores de zero, um, dois, três e quatro foram atribuídos de acordo com a metodologia de Johnson & Reid (1970).

Os resultados obtidos foram submetidos a transformação para base logarítmica (\log_{10}) com o objetivo de viabilizar a análise de variância e, posteriormente, transformados para os valores originais para apresentação dos resultados. Os resultados foram analisados por meio de análise de variância do procedimento General Linear Model (GLM) com o auxílio do programa estatístico SAS (2002) e quando significativas, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de excreção de oocistos de eimérias em frangos de corte estão apresentados na Tabela 2. Não houve efeito dos aditivos (convencionais e alternativos) sobre a excreção de oocistos aos quatro dias após inoculação. Este resultado foi observado devido ao fato da baixa excreção de oocistos neste período pré-patente da infecção. De acordo com Kawazoe (2009), o período pré-patente para *E. acervulina*, *E. maxima* e *E. tenella* é de 96 horas, 120 a 126 horas e 120 a 128 horas, respectivamente. No entanto, aos cinco dias após infecção, aves que receberam dietas sem suplementação de aditivos e sem vacinação apresentaram a maior ($P < 0,05$) excreção de oocistos quando comparadas com aves alimentadas com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos. Já, para os demais tratamentos os frangos recebendo ração sem suplementação de aditivos não diferiram das que receberam fitogênicos.

Aos seis dias após infecção pode-se observar maior excreção de oocistos (Tabela 2) em todos os tratamentos. Aves alimentadas com dietas contendo apenas ácidos orgânicos apresentaram maior excreção de oocistos ($P < 0,01$) em relação às aves alimentadas com AMD e anticoccidiano, aditivos fitogênicos associados aos ácidos orgânicos e aves que foram vacinadas contra coccidiose. Este resultado demonstra que na ausência de utilização de programa de anticoccidiano, aditivos fitogênicos podem ser

utilizados como alternativa para diminuição da excreção de oocistos. Estes resultados corroboram com Gianennas *et al.* (2003) que avaliaram óleo essencial de orégano e Christaki *et al.* (2004) e observaram menor excreção de oocistos de *E. tenella* em aves alimentadas com extratos vegetais em relação às aves sem suplementação. Youn & Noh (2001) também observaram menor excreção de oocistos e menores escores de lesão em aves que receberam diversos extratos de plantas estudados.

Tabela 2. Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre a excreção de oocistos por grama de excretas (OPG) de eimérias em frangos de corte infectados experimentalmente com *E. acervulina*, *E. maxima* e *E. tenella* aos quatro, cinco, seis e sete dias após inoculação.

Tratamento	Oocistos por grama de fezes ($\times 10^3$)				Média
	4 dias (96hs)	5 dias (120hs)	6 dias (144hs)	7 dias (168 hs)	
DC ¹	0,00	48,92 a	479,50 ab	410,86 a	234,82
AMD ¹	0,06	28,50 ab	372,95 b	169,43 b	142,73
DC+vacina ¹	0,14	38,06 ab	374,53 b	216,80 ab	157,87
AF ¹	0,24	22,34 b	439,46 ab	249,45 ab	177,87
AO ¹	0,16	21,20 b	642,70 a	279,50 ab	240,89
AFAO ¹	0,02	41,20 ab	234,90 c	280,53 ab	139,16
Valor de P	0,515	0,031	<0,001	0,019	0,392
CV (%) ²	48,53	3,32	1,42	2,59	4,24

¹DC, dieta controle; AMD, dieta controle + antibiótico melhorador de desempenho + monensina sódica; DC+vacina, dieta controle + vacina contra coccidiose; AF, dieta controle + aditivos fitogênicos; AO, dieta controle + ácidos orgânicos; AFAO, dieta controle + aditivos fitogênicos + ácidos orgânicos.

²CV, coeficiente de variação.

Letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No entanto, aos sete dias após inoculação dos oocistos de eimérias (Tabela 2) ocorreram apenas diferenças entre as aves alimentadas com AMD e anticoccidiano em relação às aves recebendo dietas isentas de suplementação ($P < 0,05$), sendo que aves alimentadas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos isolados ou associados não diferiram do controle negativo e AMD + anticoccidiano. No presente estudo, a mistura de ácidos orgânicos não reduziu a excreção de oocistos nas aves infectadas, podendo-se inferir que em infecções, na presença das três eimérias mais importantes na avicultura, os acidificantes são ineficientes no controle da infecção. Estes resultados contrariam resultados obtidos com acidificantes (ácido acético, fórmico e propiônico) que

diminuíram a excreção de oocistos em frangos de corte infectados com *E. tenella* (Calaça, 2009).

Os aditivos fitogênicos, isolados ou associados aos ácidos orgânicos, são alternativa aos anticoccidianos no controle da coccidiose, porém com menor eficiência. A redução da excreção de oocistos em frangos que receberam aditivos fitogênicos isoladamente ou associados aos ácidos orgânicos foi de 25,2 e 40,7% em relação a aves infectadas e que não receberam qualquer tipo de aditivo. Jang *et al.* (2007) estudando o efeito do chá verde (*Camellia sinensis*) em frangos de corte infectados com *E. maxima* também observaram redução (51,5%) na excreção de oocistos quando as aves foram alimentadas com chá verde na dieta. Silva *et al.* (2009) também observaram redução de 8,90 e 43% na excreção de oocistos em aves alimentadas com óleo essencial de orégano em relação as aves alimentadas com dieta basal aos sete e 14 dias após infecção, respectivamente.

Os escores de lesão de *E. acervulina* estão apresentados na Tabela 3. Aos quatro dias após infecção, aves alimentadas com a associação de aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos apresentaram os maiores ($P < 0,01$) escores de lesão de *E. acervulina* em relação aos demais tratamentos, sendo que estes não diferenciaram entre si.

Tabela 3. Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre o escore de lesão de *E. acervulina* em frangos de corte infectados experimentalmente aos quatro, cinco, seis e sete dias após inoculação.

Tratamento	Escore de lesão				Média
	4 dias (96hs)	5 dias (120hs)	6 dias (144hs)	7 dias (168 hs)	
DC ¹	0,00 b	2,40 ab	2,40	1,20 ab	1,50 ab
AMD ¹	0,00 b	0,80 b	1,60	0,60 b	0,75 c
DC+vacina ¹	0,00 b	1,40 b	1,60	0,80 ab	0,95 bc
AF ¹	0,40 b	1,40 b	2,00	0,20 b	1,00 bc
AO ¹	0,40 b	3,40 a	2,60	1,80 a	2,05 a
AFAO ¹	1,40 a	2,40 ab	2,20	1,00 ab	1,75 a
Valor de P	<0,001	<0,001	0,216	0,006	<0,001
CV (%) ²	1,91	2,90	2,50	2,22	1,30

¹DC, dieta controle; AMD, dieta controle + antibiótico melhorador de desempenho + monensina sódica; DC+vacina, dieta controle + vacina contra coccidiose; AF, dieta controle + aditivos fitogênicos; AO, dieta controle + ácidos orgânicos; AFAO, dieta controle + aditivos fitogênicos + ácidos orgânicos.

²CV, coeficiente de variação.

Letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos cinco dias, aves que foram alimentadas com ácidos orgânicos apresentaram maiores ($p < 0,01$) (Tabela 3) escores de lesão quando comparadas com aves alimentadas com anticoccidiano e antibiótico, aditivos fitogênicos e as vacinadas contra coccidiose. As lesões observadas nas aves alimentadas com ácidos orgânicos proporcionaram espessamento da parede do intestino, sendo que este espessamento foi observado até o terço médio do jejuno como o descrito por Johnson & Reid (1970). Este grau de lesão observado diminuiu consideravelmente a absorção de nutrientes, resultando em menor desempenho das aves. Aos seis dias após infecção não foram observadas ($p > 0,05$) diferenças significativas, no entanto, as alimentadas com dietas contendo ácidos orgânicos apresentaram maiores escores. Sete dias após infecção, aves alimentadas com dietas contendo ácidos orgânicos continuaram apresentando maiores escores de *E. acervulina* ($p < 0,01$), sendo superiores as aves alimentadas com AMD e anticoccidiano e aditivos fitogênicos; já os demais tratamentos não diferiram entre si.

A utilização de anticoccidiano é eficaz contra infecção de *E. acervulina* e, o uso de vacina ou aditivos fitogênicos podem ser alternativas no controle da infecção desta espécie de eiméria. O uso de vacinas contra coccidiose é empregado satisfatoriamente em plantéis de matrizes e frangos de corte (Chapman *et al.*, 2002; Shirley *et al.*, 2007). Já a utilização de aditivos fitogênicos como alternativas ao controle da coccidiose tem apresentados resultados contraditórios (Christaki *et al.*, 2004; Oviedo-Rondón *et al.*, 2005). No entanto, no presente estudo, os fitogênicos proporcionaram resultados semelhantes ao de vacinas e anticoccidianos mostrando, assim, seu efeito benéfico contra coccidiose.

Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre tratamentos para escores de lesão de *E. maxima* aos quatro, cinco e seis dias após inoculação dos oocistos (Tabela 4). Entretanto, aves alimentadas com dietas sem suplementação e as que receberam ácidos orgânicos apresentaram valores numéricos superiores aos demais tratamentos. Aos sete dias após infecção os maiores valores ($p < 0,05$) de escores foram observados em aves alimentadas com ácidos orgânicos quando comparadas às aves alimentadas com aditivos fitogênicos associadas aos ácidos orgânicos; já os demais tratamentos não diferiram entre si.

Tabela 4. Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre o escore de lesão de *E. maxima* em frangos de corte infectados experimentalmente aos quatro, cinco, seis e sete dias após inoculação.

Tratamento	Escore de lesão				Média
	4 dias (96hs)	5 dias (120hs)	6 dias (144hs)	7 dias (168 hs)	
DC ¹	0,20	1,20	1,40	1,00 ab	0,95
AMD ¹	0,00	0,80	1,00	0,60 ab	0,60
DC+vacina ¹	0,20	0,80	1,20	1,20 ab	0,85
AF ¹	0,00	1,00	1,60	1,00 ab	0,90
AO ¹	0,00	1,40	2,00	1,40 a	1,20
AFAO ¹	0,00	0,80	1,80	0,40 b	0,75
Valor de P	0,560	0,501	0,476	0,010	0,061
CV (%) ²	1,91	2,25	3,06	1,64	1,06

¹DC, dieta controle; AMD, dieta controle + antibiótico melhorador de desempenho + monensina sódica; DC+vacina, dieta controle + vacina contra coccidiose; AF, dieta controle + aditivos fitogênicos; AO, dieta controle + ácidos orgânicos; AFAO, dieta controle + aditivos fitogênicos + ácidos orgânicos.

²CV, coeficiente de variação.

Letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao avaliar os escores de lesão de *E. tenella* não houve diferenças ($p>0,05$) entre os aditivos em todos os dias de avaliação (Tabela 5), porém, aves que receberam dietas contendo apenas ácidos orgânicos apresentaram escores de lesão médios superiores às demais, o que era de se esperar devido a maior excreção de oocistos. Estes resultados contrastam com os relatados por Calaça *et al.* (2009) que observaram que aves alimentadas com dietas contendo mistura de ácido acético, fórmico e propiônico apresentaram escores de lesão inferiores às aves alimentadas com dietas sem suplementação.

Misturas de ácidos orgânicos e inorgânicos (cítrico, fumárico, málico e ortofosfórico) melhoraram o ganho de peso e conversão alimentar em aves vacinadas contra coccidiose e desafiadas com coccídeas, no entanto não melhoraram os escores de lesão quando comparadas com aves alimentadas com dietas sem suplementação (Mathis & Scicutella, 2007). O efeito de modulação da microbiota intestinal proporcionado pelos acidificantes (Salazar *et al.*, 2008), redução do pH e a capacidade de dissociar suas carboxilas, (Cherrington *et al.*, 1991) importantes, no controle de bactérias patogênicas aparentemente não auxiliaram na melhora do quadro de infecção das aves com coccidiose.

Tabela 5. Efeito dos aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos sobre o escore de lesão de *E. tenella* em frangos de corte infectados experimentalmente aos quatro, cinco, seis e sete dias após inoculação.

Tratamento	Escore de lesão				Média
	4 dias (96hs)	5 dias (120hs)	6 dias (144hs)	7 dias (168 hs)	
DC ¹	0,00	1,00	1,40	1,20	0,90
AMD ¹	0,00	1,20	1,20	1,00	0,85
DC+vacina ¹	0,20	1,20	1,20	1,20	0,90
AF ¹	0,40	0,40	2,00	0,60	0,85
AO ¹	0,00	1,60	2,00	0,80	1,10
AFAO ¹	0,20	0,80	2,00	0,60	0,90
Valor de P	0,657	0,395	0,265	0,290	0,946
CV (%) ²	1,78	3,29	3,11	2,05	1,59

¹DC, dieta controle; AMD, dieta controle + antibiótico melhorador de desempenho + monensina sódica; DC+vacina, dieta controle + vacina contra coccidiose; AF, dieta controle + aditivos fitogênicos; AO, dieta controle + ácidos orgânicos; AFAO, dieta controle + aditivos fitogênicos + ácidos orgânicos.

²CV, coeficiente de variação.

Letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Duffy *et al.* (2005) observaram menores escores de lesão em aves alimentadas com mistura de mananoligossacarídeo, mineral orgânico e extrato de planta em relação a aves controle. Avaliando o efeito de extratos vegetais em frangos de corte infectados com *E. tenella*, Christaki *et al.* (2004) observaram que os extratos vegetais não foram eficazes em diminuir os escores de lesão aos sete dias após infecção em relação ao grupo sem suplementação de aditivos. Os resultados encontrados no presente estudo diverge dos encontrados pelos autores.

Avaliando extratos de plantas com atividades antioxidantes (*T. violacea*, *C. woodii*, *A. afra* e *V. vinifera*) em frangos de corte infectados com coccídeas, Naidoo *et al.* (2008) observaram que, *V. vinifera* e principalmente a *T. violacea* diminuíram a excreção de oocistos em relação às aves infectadas e sem suplementação.

De modo geral, os compostos antioxidantes contidos nos fitogênicos utilizados nesta pesquisa podem reduzir lesões causadas por coccidiose e diminuir o grau de peroxidação lipídica do intestino no local de entrada das coccídeas no epitélio intestinal como observado por Allen *et al.* (1998). Por esta ação antioxidante ocorre redução das espécies reativas ao oxigênio ocorrendo melhor integridade intestinal e, conseqüentemente, aumento na absorção de nutrientes e menor conversão alimentar,

como observado por Naidoo *et al.* (2008), além disso, as aves alimentadas com extratos de plantas diminuem a excreção de oocistos e redução dos escores de lesão no intestino, como os observados no presente estudo com o uso de aditivos fitogênicos, o que nos permite inferir que os extratos vegetais com ação antioxidante, utilizados neste experimento (canela, cúrcuma e semente de uva) foram eficazes no controle da coccidiose quando da impossibilidades do uso de anticoccidianos convencionais.

CONCLUSÃO

Aditivos fitogênicos isoladamente ou associados aos ácidos orgânicos reduzem a infecção das eimérias em frangos de corte, podendo ser utilizados como alternativa aos anticoccidianos convencionais.

REFERÊNCIAS

- Allen PC, Danforth HD, Augustine PC. Dietary modulation of avian coccidiosis. *International Journal for Parasitology* 1998; 28(7):1131–1140.
- Bellaver C, Avila VS, Coldebella A, Costa CAF, Jaenish FRF, Armiliato N. Acidificação de dietas para frangos de corte com uma mistura de ácidos orgânicos de cadeia curta. In: 42^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2005; Goiânia. Anais... Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- Calaça GM. Ácidos orgânicos no controle de *Salmonella* Enteritidis em frangos de corte desafiados experimentalmente com *Salmonella* Enteritidis e *Eimeria tenella*. [Dissertação]. Goiânia (GO): Universidade Federal de Goiás; 2009.
- Calaça GM, Mesquita MA, Araújo ICS, Barnabé CS, Carneiro ALM, Café MB. Desempenho e escore de lesão de frangos desafiados experimentalmente com *Salmonella* Enteritidis e *Eimeria tenella* e tratados com ácidos orgânicos na ração. In: 46^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2009; Maringá. Anais...Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia 2009.
- Chapman HD. Biochemical, genetic and applied aspects of drug resistance in *Eimeria* parasites of the fowl. *Avian Pathology* 1997; 28: 221–244.
- Chapman HD, Cherry TE, Danforth HD, Richards G, Shirley MW, Williams RB. Sustainable coccidiosis control in poultry production: the role of live vaccines. *International Journal for Parasitology* 2002; 32(5): 617-629.

Chapman HD. Perspectives for the control of coccidiosis in poultry by chemotherapy and vaccination. In: THE IXth INTERNATIONAL COCCIDIOSIS CONFERENCE, 2005, Foz de Iguassu. Procc... Campinas, FACTA, 2005.

Cherrington CA, Hinton M, Chopra I. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. *Advances Microbiological Physiology* 1991; 32: 87 – 108.

Christaki E, Florou-Paneri P, Giannenas I, Papazahariadou M, Botsoglou NA, Spais AB. Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Animal Research* 2004; 53: 137–144.

Conway DP, Mathis GF, Jhonson J, Schwartz M, Daldwin C. Efficacy of diclazuril in comparison with chemical and ionophorous anticoccidials against *Eimeria* spp. in broiler chickens in floor pens. *Poultry Science* 2001; 80(4): 426-430.

Duffy CF, Mathis GF, Power RF. Effects of Natustat[®] supplementation on performance, feed efficiency and intestinal lesion score on broiler chickens challenged with *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella*. *Veterinary Parasitology* 2005; 130: 185-190.

Gao J, Zhang HJ, Wu SG, Yu SH, Yoon I, Moore D, Gao YP, Yan HJ, Qi GH. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* challenged with *Eimeria tenella*. *Poultry Science* 2009; 88(10): 2141-2151.

Giannenas I, Florou-Paneri P, Papazahariadou M, Christaki E, Botsoglou NA, Spais AB. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Archives of Animal Nutrition* 2003; 57(2): 99-106.

Gómez-Verduzco G, Cortes-Cuevas A, López-Coelho C, Ávila-González E, Nava GM. Dietary supplementation of mannan-oligosaccharide enhances neonatal immune responses in chickens during natural exposure to *Eimeria* spp. *Acta Veterinaria Scandinavica* 2009; 51: 11.

Hammond JA, Fielding D, Bishop SC. Prospects for plant anthelmintics in tropical veterinary medicine. *Veterinary Research Communications* 1997; 21: 213–228.

Hodgson JN. Coccidiosis: oocyst-counting technique for coccidiostat evaluation, *Experimental Parasitology* 1970; 28:99-102.

Jang SI, Jun MH, Lillehoj HS, Dalloul RA, Kong IK, Kim S, Min W. Anticoccidial effect of green tea-based diets against *Eimeria maxima*. *Veterinary Parasitology* 2007; 144:172-175.

Johnson J, Reid WM. Anticoccidial drugs: lesion scoring techniques in battery and floor-pen experiments with chickens. *Experimental Parasitology* 1970; 28: 30-36.

Kawazoe, U. Coccidiose. In: Berchieri Jr, Silva EN, Di Fábio J, Sesti L, Zuanaze MAF. Doenças das aves 2ª Ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas; 2009. 837-858.

Mathis G, Scicutella NA. Comparasion of performance of coccidiosis vaccinated broilers fed a coated blend of essential oils, a coated blend of organic and inorganic acids with essential oils, or bacitracin methylene disalicylate. In: 16 th European Symposium on Poultry Nutrition, 2007, Strasbourg. Procc...Strasbourg: World Poultry Science Association 2007. p. 573-575.

McDougald LR, Reid WM. 1994. Coccidiosis. In: Calnek, B.W. (Ed.), Diseases of Poultry. 9ª Ed. Affiliated East West Press Pvt. Ltd, New Delhi.

Muriel N, Genevieve F, Thierry P, Francois R. Efficacy study of two plant-extract formulas EMX1 and EMX2 in the prevention of *E. acervulina* and *E. tenella* coccidiosis in label chickens. Journees de la Recherche Avicole 2005; 384-388.

Naidoo V, McGaw LJ, Bisschop SPR, Duncan N, Eloff JN. The value of plant extracts with antioxidant activity in attenuating coccidiosis in broiler chickens. Veterinary Parasitology 2008; 153: 214-219.

Oviedo-Rondón, E.O.; Clemente-Hernández, S.; Williams, P.; Losa, R. responses of coccidia-vaccinated broilers to essential oil blends supplementation up to forty-nine days of age. The Journal of Applied Poultry Research, v. 14, n. 4, p. 657-664, 2005.

Pesti GM, Bakalli RI, Cervantes HM, Bafundo KW. The influence of withdrawal time on the performance of broiler chickens fed semduramicin. Poultry Science 2002; 81(7):939-944.

Ribeiro AML, Kessler AM, Penz Jr AM, Krabbe EL, Brugalli I, Pophal S. Avaliação da monensina no desempenho e rendimento de carcaça e partes de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia 2000; 29(4):1141-1152.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa: Horácio Santiago Rostagno, 2005. 186p.

SAS Institute Inc., User Installation Guide for the SAS® System, Version 9 for Microsoft® Windows®, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002.

Salazar PCR, Albuquerque R, Takeara P, Trindade Neto MA, Araújo LF. Efeito dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science 2008; 45(6):463-471.

Silva MA, Pessotti BMS, Zanini SF, Colnago GL, Rodrigues MRA, Nunes LC, Zanini MS, Martins IVF. Intestinal mucosa structure of broiler chickens infected experimental

with *Eimeria tenella* and treated with essential oil of oregano. *Ciência Rural* 2009; 39(5):1471-1477.

Shiley MW, Smith AL, Blake DP. Challenges in the successful control of the avian coccidian. *Vaccine* 2007; 25(30):5540-5547.

Teixeira M, Niang TMS, Gomes AVC, Lopes CWG. Efeito do uso da betaína na biologia e morfologia dos estádios evolutivos de *Eimeria acervulina* em frangos de corte infectados experimentalmente com oocistos esporulados. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology* 2006; 15(4):193-198.

União Européia. Regulamento (CE) N° 1831/2003. *Jornal Oficial da União Europeia* n° L268. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Bruxelas.

Vieira SL, Oyarzaval OA, Freitas DM, Berres J, Peña JEM, Torres CA, Coneglian JLB. Performance of broilers fed diets supplemented with sanguinarine-like alkaloids and organic acids. *The Journal of Applied Poultry Research* 2008; 17(1):128-133.

Youn HJ, Noh JW. Screening of the anticoccidial effects of herb extract against *Eimeria tenella*. *Veterinary Parasitology* 2001; 96:257-263.

CAPÍTULO V

IMPLICAÇÕES

Durante décadas o uso de antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) ou promotores de crescimento (APC) juntamente com os anticoccidianos foram indispensáveis na produção em larga escala de frangos de corte. Antes do surgimento destes aditivos para o uso em rações animais, a produção avícola limitava-se a criações de fundo de quintal, pois, os surtos de coccidiose e mortalidades decorrentes das bactérias patogênicas impediam a expansão da avicultura em larga escala.

Os AMD e anticoccidianos proporcionam às aves aumento no desempenho impedindo a proliferação e colonização de bactérias patogênicas o que, permite ao trato gastrointestinal melhor desenvolvimento e absorção dos nutrientes da dieta. Entretanto, os antibióticos utilizados na produção animal não ficaram livres de serem tachados como desencadeadores do surgimento de linhagens bacterianas resistentes e, por isso, muitas vezes, também responsabilizados erroneamente como os precursores da resistência bacteriana a antibióticos utilizados na medicina humana. Tendo em vista as teorias, que por vezes são conflitantes entre pesquisadores, de que os AMD promovem resistência cruzada com antibióticos utilizados em humanos, países da União Européia, como Suécia e Dinamarca, iniciaram campanhas e baniram o uso de AMD na nutrição animal.

Como as novas pressões do mercado consumidor por carnes de animais alimentados com dietas livres de antibióticos, pesquisas com aditivos alternativos cresceram vertiginosamente visando a busca de produtos alternativos com ação antimicrobiana, ou por ação trófica no melhor desenvolvimento das vilosidades intestinais e de ação imunoestimulante. O fato é que os aditivos alternativos como prebióticos, probióticos, aminoácidos, enzimas, acidificantes e extratos de plantas são realidades na nutrição atual.

As pesquisas com aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos, como os do presente estudo, são ainda muito novas quando comparadas com prebióticos na nutrição de aves, além disso, os resultados ainda são contraditórios. A discrepância dos resultados é decorrente da grande variedade de extratos vegetais que podem ser utilizados, a ação de seus princípios ativos frente à atividade antimicrobiana, ação antioxidante, antifúngica, antiparasitária, imunoestimulante e antiviral. A região geográfica proveniente do extrato

vegetal, a fertilidade do solo, a parte da planta utilizada e a estação do ano em que se faz a colheita do material influenciam na concentração e efetividade de seus princípios ativos. No geral, os níveis de inclusão, forma de administração e forma de preparo dos fitogênicos e ácidos orgânicos também influenciam nos resultados.

Outro fator complicador para os testes com novos aditivos para monogástrico e, observados neste estudo, são os desafios sanitários, ambientais e de manejo impostos aos animais. A grande maioria das pesquisas realizadas com aditivos é feita em laboratórios de Universidades e centros de pesquisa onde a preocupação com o biossegurança e higienização do local é alta impedindo assim a observação do real efeito destes aditivos.

Apesar dos experimentos deste estudo ter sido realizados com desafios que se encontram comumente nas integrações avícolas, os aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos apresentaram resultados também contraditórios aos da literatura, mas, esperados quanto às variáveis estudadas, demonstrando em média, desempenho zootécnico 3% superior ao de aves consumindo rações sem suplementação. Outros resultados positivos observados neste estudo foram a melhoria na metabolizabilidade de nutrientes e a proteção por ação antioxidantes dos fitogênicos no intestino delgado, permitindo a ave, aporte de nutrientes maior que auxiliou na melhoria da saúde da ave.

Portanto, como consideração para novas pesquisas com aditivos, alunos e pesquisadores devem ter em mente que para se obter resultados efetivos e que expressem o real efeito dos aditivos alternativos frente aos AMD são necessárias reproduções dos mesmos desafios sanitários e ambientais observados na produção de frangos de corte em escala comercial.

APÊNDICE

CAPÍTULO III. EFEITO DOS ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS SOBRE O DESEMPENHO E SAÚDE DE FRANGOS DE CORTE

Tabela. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos sete dias de idade.

	AMD	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ¹ (%)
			Sem	Com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC (g)	170,7	Sem	169,3	169,7	169,5	0,742	0,316	0,201	0,435	1,59
		Com	171,8	168,2	170,0					
		Méd.	170,5	169,0						
GP (g)	126,4	Sem	125,1	125,7	125,4	0,501	0,320	0,173	0,391	2,15
		Com	128,2	124,6	125,4					
		Méd.	129,8	125,1						
CR (g)	142,6	Sem	151,0	148,3	149,7	0,300	0,232	0,575	0,119	4,87
		Com	157,7	150,4	154,0					
		Méd.	154,4	149,3						
CA (g:g)	1,13	Sem	1,24	1,19	1,22	0,687	0,445	0,535	0,181	5,10
		Com	1,21	1,20	1,20					
		Méd.	1,22	1,19						
VB (%)	100,0	Sem	98,9	96,0	97,4	0,087	0,371	0,129	0,079	2,09
		Com	99,2	100,0	99,6					
		Méd.	99,0	97,9						

PC, Peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade.
¹CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Tabela. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão (CA) e viabilidade (VB) de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 14 dias de idade.

	AMD	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ¹ (%)
			sem	com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC (g)	471,5	Sem	465,3	465,4	465,3	0,114	0,554	0,569	0,489	1,73
		Com	469,5	474,1	471,8					
		Méd.	467,4	469,7						
GP (g)	427,1	Sem	421,0	421,5	421,2	0,088	0,529	0,595	0,452	1,89
		Com	426,0	430,4	428,2					
		Méd.	423,5	425,9						
GPD (g)	30,5	Sem	30,1	30,1	30,1	0,087	0,531	0,591	0,450	1,89
		Com	30,4	30,7	30,5					
		Méd.	30,2	30,4						
CR (g)	531,4	Sem	547,9 _γ	540,5	544,2	0,196	0,166	0,811	0,049	2,03
		Com	557,5	547,2	552,3					
		Méd.	552,6	543,9						
CA (g)	1,19	Sem	1,24	1,23	1,23	0,528	0,169	0,432	0,130	2,56
		Com	1,24	1,21	1,22					
		Méd.	1,24	1,21						
VB (%)	97,0	Sem	98,9	97,8	98,3	0,631	0,873	0,273	0,571	1,92
		Com	97,6	98,4	97,9					
		Méd.	98,2	98,1						

PC, Peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade.
¹CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Tabela. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão (CA) e viabilidade (VB) de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 28 dias de idade.

	AMD	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ¹ (%)
			sem	com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC (g)	1509,0	Sem	1474,4	1485,3	1479,8	0,443	0,141	0,444	0,288	1,96
		Com	1474,4	1507,4	1490,9					
		Méd.	1474,4	1496,4						
GP (g)	1464,7	Sem	1430,2	1441,3	1435,7	0,421	0,140	0,446	0,291	2,01
		Com	1430,9	1463,8	1447,3					
		Méd.	1430,5	1452,5						
GPD (g)	52,3	Sem	51,0	51,4	51,2	0,421	0,139	0,446	0,289	2,01
		Com	51,1	52,2	51,6					
		Méd.	51,0	51,8						
CR (g)	2054,9	Sem	2075,6	2045,9	2060,7	0,396	0,522	0,060	0,213	1,87
		Com	2013,5	2071,0	2042,2					
		Méd.	2044,5	2058,4						
CA (g)	1,46	Sem	1,49	1,46	1,47	0,780	0,852	0,360	0,878	3,69
		Com	1,46	1,48	1,46					
		Méd.	1,47	1,46						
VB (%)	92,5	Sem	98,9	92,7	95,8	0,536	0,061	0,137	0,251	4,47
		Com	95,1	94,3	94,7					
		Méd.	97,0	93,5						

PC, Peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade.
¹CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Tabela. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão (CA) e viabilidade (VB) de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) e ácidos orgânicos (AO) em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) aos 35 dias de idade.

	AMD	AF	AO		Méd.	Probabilidade				CV ¹ (%)
			sem	com		AF	AO	AFxAO	AMD	
PC (g)	2104,9	Sem	1991,8 γ	2015,9 γ	2003,8	0,823	0,072	0,480	0,002	1,82
		Com	1982,1 γ	2034,5	2008,2					
		Méd.	1986,9	2025,1						
GP (g)	2060,3	Sem	1947,6 γ	1971,8 γ	1959,7	0,804	0,071	0,482	0,002	1,86
		Com	1938,5 γ	1990,8	1964,6					
		Méd.	1943,0	1981,3						
GPD (g)	58,9	Sem	55,6 γ	56,3 γ	55,9	0,806	0,072	0,481	0,002	1,86
		Com	55,4 γ	56,9	56,1					
		Méd.	55,5	56,6						
CR (g)	3014,0	Sem	3001,9	2977,7	2989,8	0,450	0,531	0,179	0,362	1,95
		Com	2933,6	2997,7	2965,6					
		Méd.	2967,7	2987,7						
CA (g)	1,48	Sem	1,53	1,48B	1,50	0,741	0,385	0,013	0,070	2,92
		Com	1,47b	1,55Aa	1,51					
		Méd.	1,49	1,51						
VB (%)	92,5	Sem	98,9	91,9	95,4	0,557	0,033	0,157	0,210	4,61
		Com	95,1	93,5	94,3					
		Méd.	97,0a	92,7b						

PC, Peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade.
¹CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). γ : Diferem com o antibiótico melhorador de desempenho (AMD) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

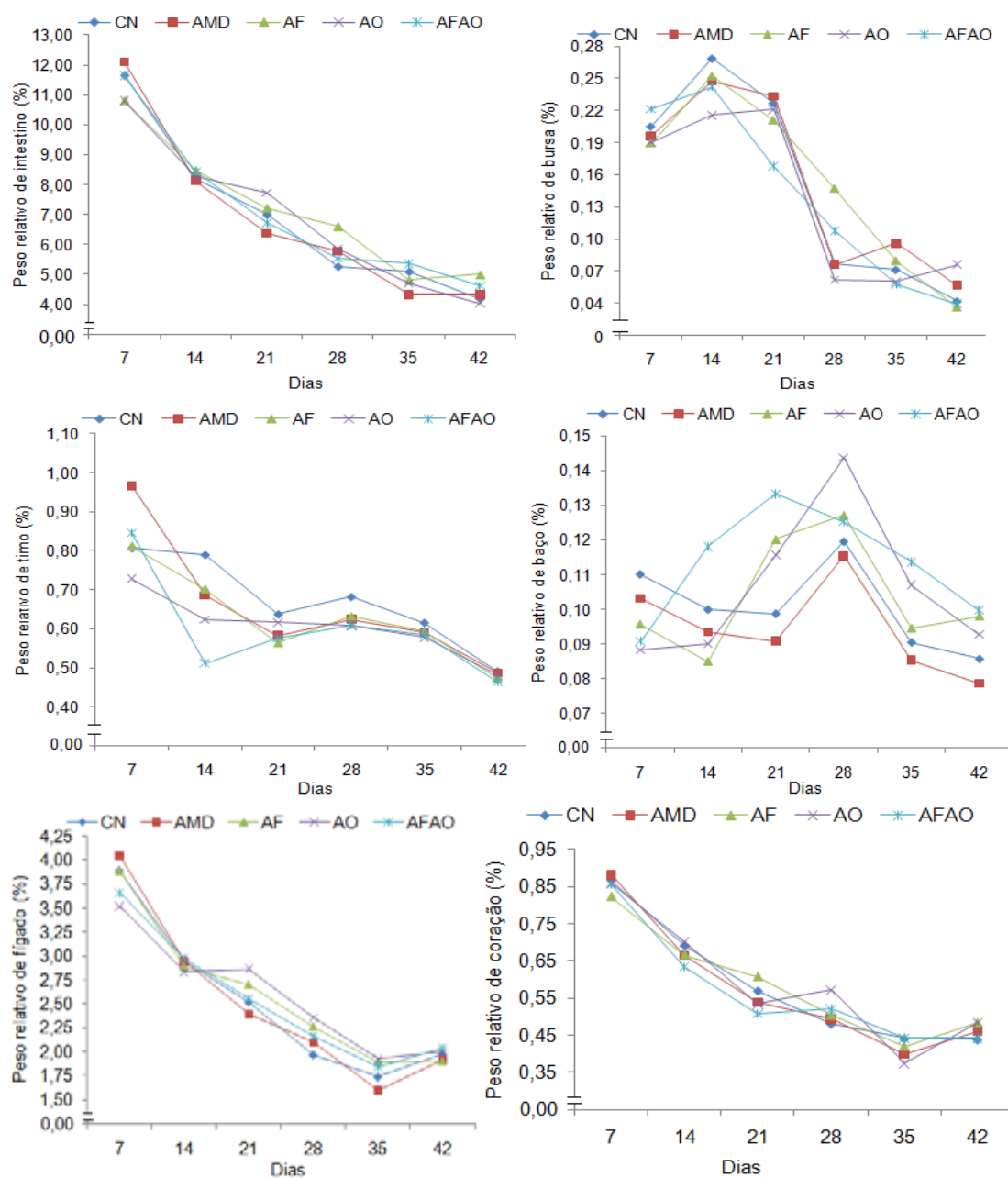


Figura 1. Pesos relativos de intestino, Bursa de Fabrício, timo, baço, fígado e coração de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos no período de 1 a 42 dias de idade.

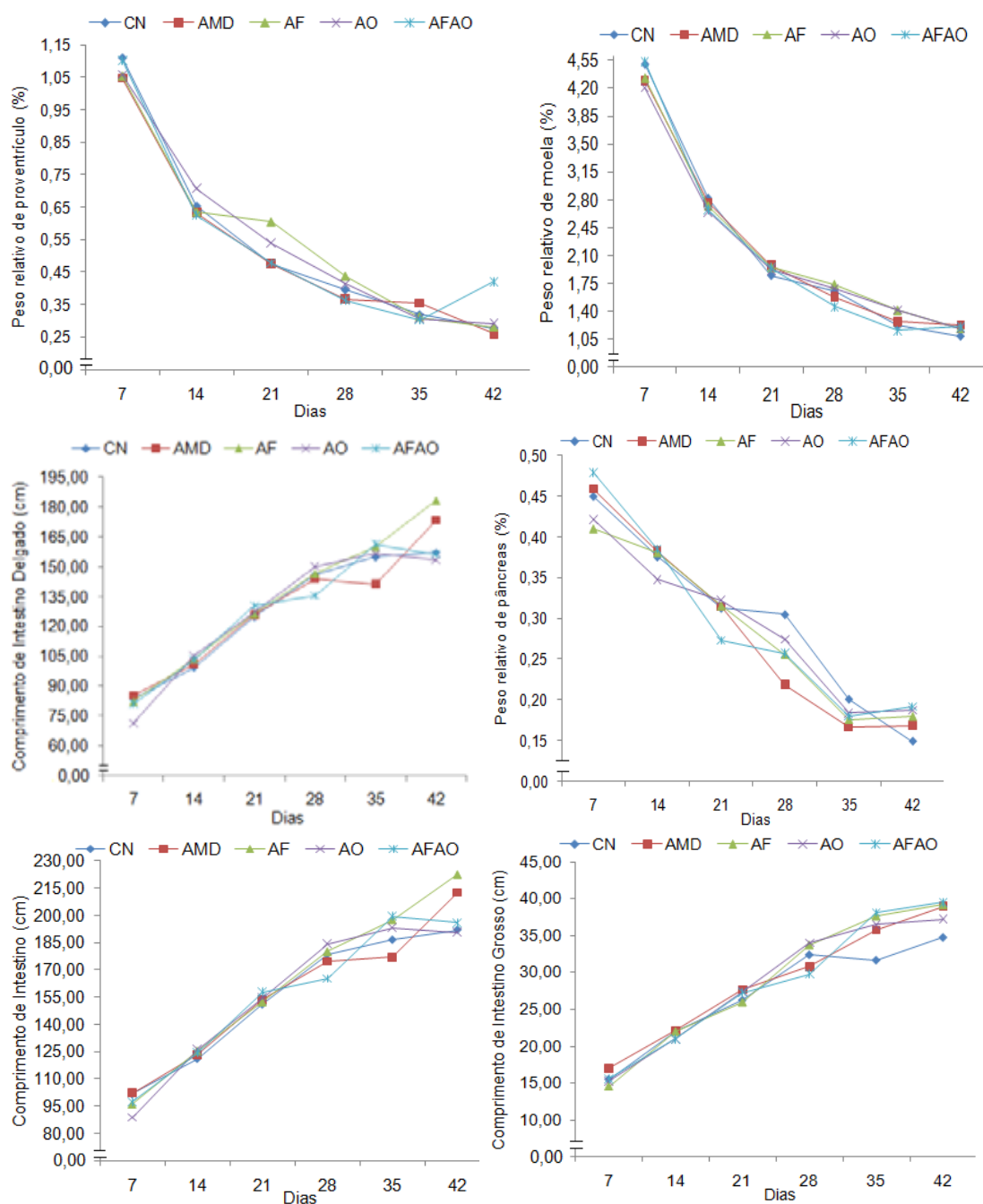


Figura 2. Pesos relativos de proventrículo, moela, pâncreas e comprimento de intestino, intestino delgado e intestino grosso de frangos de corte alimentados com dietas contendo aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos.

CAPÍTULO IV - ADITIVOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS COM *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* E *Eimeria tenella*

Tabela. Escores de lesões de *Eimeria* spp de acordo com a metodologia de Johnson e Reid (1970).

Escore de lesões por <i>Eimeria acervulina</i>	
Escore	Lesões
0	Ausência de lesões.
1	Pontos ou estrias brancas, vistas da serosa ou mucosa, esparsas (até 5 por cm ²) e confinadas ao duodeno.
2	Pontos ou estrias brancas mais numerosas, mas não coalescentes, se estendem até ao meio entre duodeno e divertículo; conteúdo intestinal normal.
3	Pontos ou estrias brancas já coalescendo com redução de tamanho, se estendem até o divertículo; parede intestinal engrossada e conteúdo intestinal aquoso.
4	Pontos ou estrias brancas completamente coalescentes, dando à mucosa do intestino uma coloração acinzentada; lesões típicas só no intestino médio; parede intestinal engrossada e conteúdo cremoso.
Escore de lesões por <i>Eimeria maxima</i>	
Escore	Lesões
0	Ausência de lesões.
1	Pequenas petéquias vistas da serosa no intestino médio; pode haver pequena quantidade de muco alaranjado; sem balonamento nem engrossamento do intestino.
2	Superfície serosa pintada com numerosas petéquias; o intestino pode estar cheio de muco alaranjado; pouco balonamento e engrossamento do intestino.
3	Parede do intestino está embalonado e engrossada; superfície mucosa áspera; conteúdo do intestino com pequenos coágulos.

4	Parede intestinal engrossada e embalonada em quase toda sua extensão; contém coágulos no conteúdo intestinal.
---	---

Escores de lesões por *Eimeria tenella*

Escore	Lesões
0	Ausência de lesões.
1	Muito poucas petéquias dispersas na parede cecal; ausência de engrossamento na parede cecal; conteúdo cecal normal.
2	Número maior de petéquias e sangue presente no conteúdo cecal; parede cecal um pouco engrossada; presença de conteúdo cecal normal.
3	Grande quantidade de sangue ou tampão cecal presente; parede cecal bem engrossada; pouco ou nenhum conteúdo fecal no ceco.
4	Parede cecal distendida com sangue ou tampão caseoso; material fecal ausente ou incluído no tampão caseoso.

Fonte: Johnson e Reid (1970)