

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Óleo Essencial de Orégano (*Origanum vulgare* L.) como Aditivo
Zootécnico na Ração de Frangos de Corte**

Giselle Eler Amorim Dias

2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.)
COMO ADITIVO ZOOTÉCNICO NA RAÇÃO DE FRANGOS
DE CORTE**

GISELLE ELER AMORIM DIAS

Sob a Orientação do Professor
Augusto Vidal da Costa Gomes

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Julho de 2011

636.5085

D541o

T

Dias, Giselle Eler Amorim, 1980-.

Óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) como aditivo zootécnico na ração de frangos de corte / Giselle Eler Amorim Dias - 2011.

78 f.: il.

Orientador: Augusto Vidal da Costa Gomes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

Bibliografia: p.55-68.

1. Frango de corte - Alimentação e rações - Teses. 2. Orégano - Uso terapêutico - Teses. 3. Frango de corte - Alimento - Teses. I. Gomes, Augusto Vidal da Costa, 1949-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

GISELLE ELER AMORIM DIAS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____ / ____ / _____

Augusto Vidal da Costa Gomes. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Cristina Amorim Ribeiro de Lima. Dr.^a UFRRJ

Gerusa da Silva Salles Corrêa. Dr.^a UFMT

DEDICO

A Deus, meu amigo Fiel. Por eu ter nascido em um lar cristão e ter aprendido os seus preceitos desde pequena. Por me curar quando eu ainda jovem tinha um grave desvio em minha coluna cervical e lombar. Por todos estes anos passados em Tua presença, por todo sustento, pela minha família, amigos, e um esposo tão especial que preparastes para mim. Eu te amo Jesus, a Ti seja a Glória, a Honra e o Louvor.

AGRADECIMENTOS

À minha família querida, meu pai Ivo Amorim, minha mãe Leny Eler Amorim, minha irmã Denise Eler Amorim e minha tia Erondina Eller pela educação que me deram e todo incentivo aos meus estudos, e principalmente por todo amor que dedicam a mim.

Ao meu primo Dr. Joanir Pereira Eller, que me encaminhou para minha profissão e muito me apoiou com suas orientações.

Ao meu esposo Leandro Silva Dias, que sempre ouviu atentamente os meus sonhos e me ajudou ativamente a realizá-los.

Aos meus sogros José Carlos Pacheco Dias e Isabel Leocadia Silva Dias, pelo carinho que sempre demonstraram por mim.

À professora Sonia Regina e Dr.^a Marian, que me orientaram no processo de iniciação científica e me incentivaram a cursar o mestrado.

Aos professores, Antônio Assis Vieira, Fernando Augusto Curvello, Lígia Calixto e Celso Guimarães Barbosa, pelos ensinamentos e apoio.

À professora Cristina Amorim Ribeiro de Lima, pelos ensinamentos transmitidos, pela cooperação e incentivo.

Em especial ao professor Augusto Vidal da Costa Gomes, pelo apoio, cuidado e orientação em todas as etapas do mestrado.

Aos amigos e colaboradores na execução do experimento, Ana Carolina Carvalho de Barros, Ana Carolina Machado Pereira, Bruno Oliveira de Carvalho, Bruno Santos Trindade, Débora Costa Barroso, Fabiane Ferreira dos Santos, Felipe Dilelis de Resende Sousa, Gleicileni Sarcinelli dos Santos, Lídia Suely Lima de Almeida, Nicole Campos Pascale, Priscila do Espírito Santo Martins, Richard Dennis Babilonia Santillan, Rodolfo Fortes de Oliveira e Rômulo Jordão Neves Aroucha.

Aos funcionários do Instituto de Zootecnia, Pedro Timótheo, Valdeci, Marcus Pessoa, Evandro, Fernando, Ismael e Paulo, pela colaboração.

À amiga Verônica Silva Cardoso, pela colaboração com este trabalho.

À GIVAUDAN DO BRASIL LTDA, por meio de Joerg Müller, pela concessão do óleo essencial de orégano microencapsulado.

Ao Centro de Produção Integrado da UFRRJ, pelos pintos e insumos fornecidos.

RESUMO

DIAS, Giselle Eler Amorim. **Óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) como aditivo zootécnico na ração de frangos de corte**. 2011. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

O objetivo neste trabalho foi avaliar a eficácia do uso do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) como alternativa aos antimicrobianos (antibióticos e quimioterápicos) em dietas de frangos de corte. Foram utilizados 300 pintos de corte Cobb, machos, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições de 10 aves. Os tratamentos experimentais consistiram de rações com diferentes níveis de óleo essencial de orégano (300, 600 e 900 mg/kg de ração), um controle negativo sem aditivo antimicrobiano e um controle positivo com 10 mg do antibiótico sulfato de colistina por kg de ração. As dietas foram fornecidas às aves em duas fases, inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 39 dias). No período de 1 a 21 dias não houve diferenças ($P>0,05$) em relação ao desempenho das aves em função dos tratamentos. No período de 22 a 39 dias as aves do controle negativo apresentaram o menor consumo de ração ($P<0,05$) em relação aos demais tratamentos. Para ganho de peso não foram observadas diferenças significativas. As aves do controle positivo apresentaram a pior conversão alimentar ($P<0,05$). No período total de 1 a 39 dias as aves do controle negativo tiveram consumo de ração inferior ($P<0,05$) às aves que receberam 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração, não diferindo dos demais tratamentos. Para ganho de peso não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. A pior conversão alimentar foi observada nas aves do controle positivo ($P<0,05$), não havendo diferença entre os demais tratamentos. Os níveis de óleo essencial de orégano influenciaram positivamente ($P<0,05$) o peso vivo após jejum, os pesos de carcaça, peito, coxa e dorso e rendimento de carcaça. Os tratamentos não influenciaram os pesos absolutos e relativos dos órgãos ($P>0,05$). Não houve diferenças ($P>0,05$) nos coeficientes de metabolização aparente da matéria seca, na energia metabolizável aparente e na energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço do nitrogênio ($P>0,05$). Os frangos do controle positivo apresentaram menor porcentagem ($P<0,05$) de extrato etéreo na carne de peito em relação aos frangos dos tratamentos controle negativo e com 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração. Os frangos dos tratamentos com 300 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração apresentaram menor porcentagem ($P<0,05$) de cinzas na carne de peito em relação aos demais tratamentos. Em relação à perda de peso por cozimento da carne de peito não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$). O óleo essencial de orégano influenciou positivamente ($P<0,05$) o hemograma e leucograma. Os frangos dos tratamentos com antibiótico apresentaram níveis elevados das enzimas do metabolismo hepático e ácido úrico e os frangos que receberam 900 mg de óleo essencial de orégano apresentaram elevação da concentração de ácido úrico, creatinina e uréia no sangue. Houve redução significativa ($P<0,05$) da contagem total de coliformes nos frangos que receberam antibiótico ou óleo essencial de orégano. O óleo essencial de orégano pode ser utilizado como alternativa ao antibiótico sem prejuízo ao desempenho de frangos de corte.

Palavras-chave: Antimicrobiano, Aditivo Zootécnico Fitogênico, *Origanum vulgare* L.

ABSTRAT

DIAS, Giselle Eler Amorim. **Oregano essential oil (*Origanum vulgare* L.) as a zootechnical additive in broilers**. 2011. 69p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

The objective of this study was to evaluate the efficacy of the oregano essential oil (*Origanum vulgare* L.) as an alternative to antimicrobials (antibiotics and chemotherapy) in broiler diets. We used 300 Cobb broiler chicks, males, distributed in a randomized block design with five treatments and six replicates of 10 birds. The experimental treatments consisted of diets with different levels of oregano essential oil (300, 600 and 900 mg / kg diet), a negative control without antimicrobial additive and a positive control with 10 mg of colistin sulfate antibiotic per kg of feed. Diets were fed to the birds in two phases, initial (1-21 days) and growth (22 to 39 days). In the period from 1 to 21 days there were no differences ($P>0.05$) regarding the performance of the birds in the treatments. In the period from 22 to 39 days the birds of the negative control showed the lowest feed intake ($P<0.05$) compared to other treatments. For weight gain were no significant differences. The birds of the positive control showed the worst feed conversion ($P<0.05$). For the whole period from 1 to 39 days the birds of the negative control had lower feed intake ($P<0.05$) to birds that received 300 mg of oregano essential oil per kg feed, did not differing from other treatments. For weight gain there were not observed significant differences between treatments. The worst feed conversion was observed in birds of the positive control ($P<0.05$), with no difference between the other treatments. The levels of oregano essential oil positively influenced ($P<0.05$) body weight after fasting, the weights of carcass, breast, thigh and back and carcass yield. The treatments not influence the absolute and relative weights of organs ($P>0.05$). No differences ($P>0.05$) in apparent metabolizable coefficients of dry matter, metabolizable energy and apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance ($P>0.05$). The chickens of the positive control showed a lower percentage ($P<0.05$) ether extract in meat chicken breast in relation to the negative control and treatments with 600 mg oregano essential oil per kg of feed. The chickens of the treatments with 300 and 900 mg oregano essential oil per kg of feed had a lower percentage ($P<0.05$) of ash in breast meat compared to other treatments. In relation to weight loss by cooking the breast meat did not differing from treatments ($P>0.05$). The oregano essential oil positively influenced ($P<0.05$) in the blood and leukocytes counting. The chickens of antibiotic treatment showed elevated levels of liver enzymes and uric acid metabolism and chickens that received 900 mg of oregano essential oil having high concentration of uric acid, creatinine and urea blood. There was a significant reduction ($P<0.05$) of the total count of coliforms in chickens with antibiotics or oregano essential oil. The oregano essential oil can be used as an alternative to antibiotic without prejudice to the performance of broilers.

Keywords: Antimicrobial, Phytogetic Zootechnical Additive, *Origanum vulgare* L.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Composição percentual das rações utilizadas em cada fase experimental.	21
TABELA 2.	Desempenho dos frangos de corte, de acordo com os diferentes tratamentos na fase inicial (1 a 21 dias).	27
TABELA 3.	Desempenho dos frangos de corte, de acordo com os diferentes tratamentos na fase de crescimento (22 a 39 dias).	29
TABELA 4.	Desempenho dos frangos de corte, de acordo com os diferentes tratamentos no período de 1 a 39 dias.	31
TABELA 5.	Característica de carcaça de acordo com os diferentes tratamentos aos 40 dias de idade.	34
TABELA 6.	Médias de pesos absolutos e relativos de vísceras de acordo com os diferentes tratamentos aos 40 dias de idade.	38
TABELA 7.	Médias da composição química e perda de peso por cozimento (PPC) da carne de peito de frangos de corte, de acordo com os diferentes tratamentos.	40
TABELA 8.	Coefficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), do nitrogênio (CMAN) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da ração, em função dos diferentes tratamentos.	41
TABELA 9.	Médias dos valores do hemograma avaliados em função dos diferentes tratamentos.	43
TABELA 10.	Médias dos valores do leucograma avaliados em função dos diferentes tratamentos.	45
TABELA 11.	Médias dos valores da série bioquímica avaliada em função dos diferentes tratamentos.	48
TABELA 12.	Contagem de coliformes totais na amostra do íleo das aves de acordo com os diferentes tratamentos.	50
TABELA 13.	Identificação de enterobactérias na amostra do íleo das aves de acordo com os diferentes tratamentos.	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
2	REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1	Microbiota Intestinal de Aves	03
2.2	Agentes Antimicrobianos Melhoradores de Desempenho	04
2.2.1	Mecanismo de ação dos antimicrobianos	04
2.2.1.1	Antimicrobianos inibidores da síntese da parede celular	04
2.2.1.2	Antimicrobianos que atuam sobre a membrana celular bacteriana	05
2.2.1.3	Antimicrobianos que atuam na síntese protéica	05
2.2.1.4	Antimicrobianos inibidores da replicação cromossômica	05
2.2.2	Resistência bacteriana	06
2.3	Plantas Aromáticas e seus Óleos Essenciais	07
2.4	Orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.)	09
2.4.1	Atividade antibacteriana do orégano.....	09
2.4.1.1	Modo de ação do orégano	10
2.4.2	Atividade anticoccidiana do orégano	10
2.4.3	Atividade antifúngica do orégano	11
2.4.4	Atividade antioxidante do orégano	11
2.4.5	Atividade do orégano sobre a digestibilidade	12
2.4.6	Atividade do orégano no sistema imune	13
2.4.7	Atividade antiinflamatória do orégano	14
2.4.8	Atividade do orégano no desempenho de frangos de corte	14
2.4.9	Atividade do orégano nas características de carcaça em aves	15
2.5	Parâmetros hematológicos e bioquímica sérica em aves	16
2.6	Validação dos extratos vegetais como aditivos zotécnicos fitogênicos	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	Local	20
3.2	Animais e Manejo	20
3.3	Dietas Experimentais e Tratamentos	20
3.4	Desafio Sanitário	22
3.5	Desempenho dos Frangos de corte	22
3.6	Características de Carcaça	23

3.7	Análises Hematológicas e Bioquímica Sérica	23
3.8	Análise Microbiológica	24
3.9	Ensaio de Digestibilidade	25
3.10	Análise da Composição Química da Carne de Peito	25
3.11	Análise da Perda de Peso por Cozimento (PPC)	26
3.12	Delineamento Experimental e Análises Estatísticas	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Desempenho dos Frangos de corte	27
4.1.1	Desempenho dos frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade	27
4.1.2	Desempenho dos frangos de corte no período de 22 a 39 dias de idade	29
4.1.3	Desempenho dos frangos de corte no período de 1 a 39 dias de idade	31
4.2	Características de Carcaça	33
4.3	Composição Química e Qualidade da Carne de Peito	39
4.4	Ensaio de Digestibilidade	41
4.5	Análises Hematológicas	43
4.6	Análise de Bioquímica Sérica	48
4.7	Análise Microbiológica	50
5	CONCLUSÕES	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
	ANEXOS	69
	A - Temperaturas máximas e mínimas semanais durante o experimento	69

1 INTRODUÇÃO

A evolução da avicultura nos últimos anos tem permitido a produção de frangos cada vez mais precoces e com maior eficiência em deposição protéica. A alta produção de carne em curto espaço de tempo ocorreu devido aos avanços científicos conquistados na genética, sanidade, manejo e nutrição, fazendo com que a produção de frangos de corte tenha atingido um patamar elevado quanto à produção animal.

Segundo a ABEF (2010/2011), em 2010 a produção de carne de frango no Brasil foi de 12,23 milhões de toneladas, resultado que manteve o país no terceiro lugar entre os maiores produtores mundiais, atrás somente de Estados Unidos e China, que apresentaram produção de 16,56 e 12,55 milhões de toneladas, respectivamente. Em relação às exportações, o Brasil detém o primeiro lugar mundial. As exportações de carne de frango encerraram 2010 com embarques de 3,82 milhões de toneladas, gerando uma receita de quase US\$ 6,81 bilhões.

A nutrição tem considerável responsabilidade no sucesso da avicultura. A utilização de dietas balanceadas incluindo algum tipo de aditivo zootécnico tem proporcionado um bom desempenho animal. A eficácia dos melhoradores de desempenho sobre a produtividade e saúde animal tem sido relacionada com o controle de agentes prejudiciais ao processo de digestão e absorção de nutrientes.

Desde a década de 50 do século XX os agentes antimicrobianos (antibióticos e quimioterápicos) são utilizados de forma profilática na produção animal, permitindo uma melhoria na taxa de crescimento, na conversão alimentar e viabilidade de animais criados em condição cada vez mais intensiva.

Apesar da comprovada melhora no desempenho dos frangos de corte, a utilização de antimicrobianos tem sido criticada por ser passível de promover resistência microbiana (WHO, 2001; DIAS, 2004).

Com a justificativa de garantir a qualidade e segurança dos alimentos, a normativa 1831/2003 da União Européia proíbe a partir de janeiro de 2006, o uso de qualquer tipo de antibiótico e quimioterápico como melhorador de desempenho na produção animal (OJEU, 2003).

No Brasil também foram feitas algumas proibições, de acordo com o MAPA – MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2007), os seguintes aditivos estão proibidos de serem utilizados na alimentação animal: avoparcina (Of. Circular DFPA N.º 047/98), cloranfenicol e nitrofuranos (Instrução Normativa 09, 27/06/2003), arsenicais e antimoniais (Portaria 31, 29/01/2002), penicilina, tetraciclina, sulfonamidas sistêmicas (Portaria 193, 12/05/1998) e Olaquinox (Instrução Normativa 11, 24/11/2004), Carbadox (Instrução Normativa 35, 14/11/2005).

Por esse motivo, tem-se buscado compostos alternativos que atuem como aditivos zootécnicos, assegurando a eficiência produtiva animal, sem prejuízo para a segurança alimentar do consumidor final.

Algumas das alternativas disponíveis são os probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos, enzimas e aditivos fitogênicos.

As plantas aromáticas e seus óleos essenciais estão sendo muito pesquisados nos últimos anos na nutrição animal como aditivos zootécnicos fitogênicos, tanto pelas suas propriedades medicinais como por seu efeito antimicrobiano.

Dentre os óleos essenciais das plantas aromáticas, o óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) tem sido considerado uma das alternativas com maior potencial antimicrobiano.

O objetivo neste trabalho foi avaliar a eficácia do uso do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho em dietas de frangos de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Microbiota Intestinal de Aves

A mucosa intestinal deve apresentar características estruturais morfofisiológicas adequadas para que os nutrientes sejam melhor aproveitados a partir da digestão e absorção. Os processos de absorção são dependentes de mecanismos de transporte que ocorrem na membrana das células epiteliais da mucosa, sendo a sua integridade muito importante para o desenvolvimento da ave.

Ao nascimento das aves, o trato gastrointestinal (TGI) está anatomicamente completo, porém ocorrem consideráveis alterações pós-eclosão, em que os diferentes segmentos aumentam em peso e tamanho mais rapidamente que outros tecidos, pois sofrem influência direta dos nutrientes presentes no lúmen intestinal (MAIORKA et al., 2000).

O lúmen intestinal das aves é estéril ao nascimento e a sua colonização começa a ocorrer logo após a eclosão (BORATTO et al., 2004). A pouca diversidade da microbiota intestinal de aves recém nascidas possibilita a colonização intestinal por patógenos entéricos. A ausência de contato com a microbiota natural logo após o nascimento pode afetar o desenvolvimento do TGI e, por consequência, prejudicar o crescimento das aves (MAIORKA et al., 2001).

A microbiota natural inibe o crescimento de bactérias indesejáveis, estimula a produção de ácidos graxos voláteis, em especial o ácido láctico, produzido em grandes quantidades por *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus latis*. Estes ácidos orgânicos determinam a redução do pH inibindo a proliferação de bactérias patogênicas e estimulando a proliferação de enterócitos, favorecendo a manutenção da integridade da parede celular e viabilizando a total capacidade de absorção intestinal (FLEMMING et al., 2005).

O gênero *Bifidobacterium* também faz parte do grupo benéfico da microbiota intestinal, sendo capaz de produzir lactato e acetato, que reduzem o pH do meio, exercendo efeito antibacteriano, produção de vitaminas do grupo B e bacteriocinas, ativação do sistema imune mediante ativação de macrófagos contra células malignas, auxílio na digestão e absorção de nutrientes pelo seu envolvimento na bioquímica intestinal, especialmente em relação à ação sobre os sais biliares (PALERMO-NETO et al., 2005).

A microbiota indesejável é representada por *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* e *Salmonellas*. Em condições normais existe um equilíbrio na população microbiana do TGI. No entanto, em certas situações, como jejum prolongado, estresse e infecções virais, ocorre um aumento da população de microrganismos indesejáveis. Estes atuam no trato gastrointestinal diminuindo a absorção de nutrientes, aumentando a espessura da mucosa e a velocidade de passagem da digesta (FLEMMING et al., 2005).

A integridade da parede intestinal é essencial para que os processos de digestão e absorção sejam eficientes. A manutenção da mucosa intestinal e a redução da colonização por bactérias patogênicas, que são capazes de danificar a mucosa por causa de sua aderência e também pela produção de compostos tóxicos tais como amônia, são importantes para garantir um bom aproveitamento dos nutrientes (OLIVEIRA & MORAES, 2007).

O aumento de doenças e desordens gastrointestinais é também um resultado da atividade dos microrganismos ou seus produtos, que podem romper a integridade intestinal seguida pela entrada de substâncias ou interrupção do transporte de nutrientes, que pode levar a déficits nutricionais e imunológicos (BUDKA, 2007).

2.2 Agentes Antimicrobianos Melhoradores de Desempenho

Agentes antimicrobianos (antibióticos e quimioterápicos) são compostos naturais, sintéticos orgânicos, compostos químicos ou elementos inorgânicos utilizados em pequenas doses com a finalidade de melhorar o ganho de peso e conversão alimentar (BELLAYER, 2000).

Os antibióticos têm sido os antimicrobianos de uso mais comum na produção animal. O interesse pela utilização de antibióticos na alimentação dos animais baseia-se no fato de que eles promovem maior ganho de peso, melhoram a conversão alimentar e diminuem a mortalidade devido ao controle de infecções clínicas e subclínicas (FREITAS et al., 2001).

Os antibióticos são metabólitos naturais produzidos por fungos, leveduras e bactérias que inibem o crescimento de outros microrganismos (PINTO et al., 2002). Seu emprego nos animais permite o combate aos microrganismos patogênicos suscetíveis (SANTOS et al., 2008).

Quimioterápicos são fármacos ou drogas de origem sintética, que apresentam atividade contra diversos organismos e que são suficientemente inócuos aos hospedeiros (SANTOS et al., 2008).

2.2.1 Mecanismo de ação dos antimicrobianos

Os antimicrobianos têm ação seletiva sobre as bactérias no hospedeiro, proporcionando mudanças na proporção de populações bacterianas específicas. Essas alterações na microbiota beneficiariam os animais por diferentes mecanismos de ação: efeito metabólico no animal hospedeiro; efeito no controle de doenças subclínicas; efeito protetor contra produção de toxinas; aumento na produção de vitaminas; redução do volume das células epiteliais da mucosa intestinal; aumento da capacidade de absorção de nutrientes, reduzindo a espessura do epitélio intestinal; reduzem a excreção de nitrogênio e fósforo e efeito economizador de nutrientes (THOMKE & ELWINGER, 1998; BARTON, 2000).

O efeito melhorador de desempenho é resultado da absorção de nutrientes por diminuição da taxa de passagem da ingesta ou restrição das perdas por fermentação de nutrientes (THOMKE & ELWINGER, 1998).

Segundo COSTA et al. (2007), os antibióticos agem sobre as bactérias e fungos sensíveis, promovendo a morte do microrganismo (efeito bactericida) ou interrompendo seu crescimento e sua reprodução (efeito bacteriostático).

A maioria dos antimicrobianos penetra na célula do microrganismo, atingindo a estrutura a qual atua, inibindo um processo metabólico essencial à vida ou ao desenvolvimento do microrganismo (SANTOS et al., 2008). Esses efeitos podem ocorrer na síntese da parede celular dos microrganismos, proporcionando alterações na permeabilidade da membrana citoplasmática, na síntese protéica celular e interferências na replicação cromossômica.

2.2.1.1 Antimicrobianos inibidores da síntese da parede celular

A parede celular é um envoltório de proteção que reveste a membrana celular bacteriana. Os antibióticos que agem sobre a síntese da parede celular atuam produzindo uma parede com defeitos estruturais e impedindo a síntese da camada basal da parede celular bacteriana. Estes antimicrobianos mostram-se seletivos, isto é, atuam apenas sobre a bactéria

e não sobre o hospedeiro. Como a parede é vital para a existência do microrganismo, os antimicrobianos desse grupo são bactericidas (SANTOS et al., 2008).

Segundo PRESCOTT (2009), neste grupo incluem-se as penicilinas e todos os membros do grupo que possuem anel penicilâmico ou núcleo semelhante a este, como o cefalosporínico (cefalosporinas, vancomicinas, ciclosserinas e bacitracinas).

A ação dos antibióticos betalactâmicos (penicilinas e cefalosporinas) é então bloquear a síntese de peptidoglicanos, que enfraquecem muito a parede celular, e promovem a ação das autolisinas, que lisam as células. A maior atividade de alguns betalactâmicos contra bactérias Gram-positivas é o resultado da maior quantidade de peptidoglicanos e de maior pressão osmótica nas bactérias Gram-positivas, da impermeabilidade de algumas bactérias Gram-negativas em razão de seus lipopolissacarídeos e lipídeos exteriores e da presença de enzimas betalactamases nos organismos Gram negativos (PRESCOTT, 2009).

2.2.1.2 Antimicrobianos que atuam sobre a membrana celular bacteriana

A membrana citoplasmática é uma película lipoglicoprotéica que recobre o citoplasma de todas as células, tendo a função de transporte ativo e passivo de substâncias, fornecimento de elasticidade e resistência mecânica (SANTOS et al., 2008). Se a função da membrana celular estiver alterada, os conteúdos celulares podem extravasar da célula e resultar em lesão celular e morte (PRESCOTT, 2009).

Antibióticos que prejudicam a função da membrana celular incluem as polimixinas, como a colistina, os polienos, os imidazóis e a monensina. As polimixinas são seletivamente tóxicas para bactérias Gram-negativas devido à presença de certos fosfolipídeos na membrana celular e porque a superfície externa da membrana externa das bactérias Gram-negativas consiste principalmente em lipopolissacarídeos. O uso parenteral é associado a efeitos nefrotóxicos, neurotóxicos e de bloqueio neuromuscular (PRESCOTT, 2009).

2.2.1.3 Antimicrobianos que atuam na síntese protéica

Para que haja reprodução bacteriana é indispensável que ocorra, de modo repetitivo, a união de aminoácidos que constituirão as inúmeras moléculas de proteínas microbianas. A bactéria contém, no seu cromossomo, toda a informação genética necessária à produção de enzimas que atuam na síntese de RNA (síntese protéica). A interrupção, em qualquer ponto desta cadeia por bloqueio de alguma função, interrompe o crescimento. Os antibióticos que atuam dessa forma são considerados bacteriostáticos. Outra forma de atuação é de provocar a formação de proteínas defeituosas. Estes antimicrobianos, depois de unirem-se ao ribossomo, parecem permitir a incorporação de um ou mais aminoácidos equivocados à cadeia peptídica em crescimento, o que origina a síntese protéica defeituosa. Estas são mortais para a célula ou levam a um bloqueio do metabolismo celular pela deficiência de proteínas normais (SANTOS et al., 2008). Incluem: tetraciclina, aminoglicosídeos (estreptomicina, neomicina, canamicina, gentamicina, amicacina e tobramicina), cloranfenicol, macrolídeos (eritromicina, claritromicina, azitromicina, tilosina, tiamulina e espiramicina), lincomicina e clindamicina (PRESCOTT, 2009).

2.2.1.4 Antimicrobianos inibidores da replicação cromossômica

Como os mecanismos de síntese do ácido nucléico, replicação e transcrição são semelhantes em todas as células, drogas que afetam a função do ácido nucléico tem baixa

toxicidade seletiva. A maioria age ligando-se ao DNA para inibir sua replicação ou transcrição. Drogas com maior toxicidade seletiva são sulfonamidas e o trimetoprim, que inibem a síntese do ácido fólico. Também são incluídos nessa classe: nitroimidazóis, nitrofuranos, ácido nalidíxico, as fluoroquinolonas (enrofloxacina, ciprofloxacina), novobiocina, rifampicina e 5-flucitosina (PRESCOTT, 2009).

2.2.2 Resistência bacteriana

O uso de baixas doses de antibiótico na alimentação animal para melhorar o desempenho pode estar causando resistência ao antibiótico por parte de bactérias patogênicas ao homem (FEINMAN, 1998).

A resistência aos antibióticos pode vir do uso de antibióticos na veterinária ou zootecnia, porém pode vir também do mau uso dos antibióticos na medicina humana (BARTON, 2000).

A resistência aos antimicrobianos é um fenômeno genético, relacionado à existência de genes contidos no microrganismo que codificam diferentes mecanismos bioquímicos que impedem a ação das drogas. Outra origem da resistência é a importação dos genes causadores do fenômeno, consistindo na resistência transferível. Por exemplo, a resistência aos glicopeptídeos é induzível e transferível, situando-se os genes de resistência no cromossoma, em plasmídeos e em transposons (TAVARES, 2000).

Uma das preocupações com relação à resistência bacteriana é a transferência de patógenos resistentes na alimentação e o risco de transferência de genes resistentes da microbiota entérica animal para patógenos humanos (BARTON, 2000), denominada resistência cruzada. ROY et al. (2002) detectaram colônias de *Salmonella* resistentes a eritromicina, lincomicina e penicilina em 91 das 92 amostras de produtos avícolas, em aves vivas e do meio ambiente.

Por conta disto, os antibióticos e quimioterápicos que eram usados na terapia humana foram gradativamente proibidos de serem usados como melhoradores de desempenho no continente Europeu. No entanto, um grande número de agentes antimicrobianos foi usado durante décadas na produção animal (WHO, 2004).

O controle no uso de antibióticos na produção animal não resolve os problemas atuais na saúde humana, mas pode muito bem ajudar a prolongar a vida útil de quaisquer novas classes de antibióticos (BARTON, 2000).

Por outro lado, como relata SUGETA et al. (2004), existe uma certa contradição em relação à retirada dos antibióticos como melhoradores de desempenho, pois alguns estudos na Europa comprovaram que a quantidade de antibióticos ingeridos pelos frangos foi muito superior quando se criaram frangos sem melhoradores de desempenho, devido ao aumento de casos clínicos de infecções e utilização dos antibióticos para o tratamento das aves. Segundo CERVANTES (2005), os antibióticos melhoradores de desempenho tinham uma importante atividade profilática e que a sua retirada pode reduzir o desempenho produtivo animal. A proibição ao uso de antibióticos aumentou a susceptibilidade das aves à colonização de patógenos intestinais e contaminação para o consumo humano (FERKET et al., 2005). Sem contar que a retirada dos antibióticos tem um impacto negativo de 3 a 7% na saúde e mortalidade dos animais (TOLEDO et al., 2007).

A recomendação é de precaução, com base no potencial de um reservatório em animais de uma população bacteriana resistente a antibióticos que poderiam ser transferidos aos seres humanos (DIBNER & RICHARDS, 2005).

Por este motivo é crescente a preocupação com a resistência bacteriana e a busca de melhoradores de desempenho que possam substituir o uso dos antimicrobianos convencionais.

As alternativas aos antibióticos devem ser capazes de alterar o pH intestinal, manter as mucinas protetoras do intestino, selecionar organismos benéficos ou atuar contra patógenos (OLIVEIRA & MORAES, 2007).

Para contornar esta situação, a indústria farmacêutica tem produzido uma série de novos antibióticos nas últimas quatro décadas, mas a resistência a essas drogas por microrganismos aumentou (BUDKA, 2007).

Nos últimos anos têm-se aumentado as pesquisas realizadas com aditivos fitogênicos na produção animal, com a finalidade de testar suas propriedades como melhoradores de desempenho.

2.3 Plantas Aromáticas e seus Óleos Essenciais

Existe uma grande biodiversidade de plantas no planeta, sendo que a maioria é desconhecida sob o ponto de vista científico, onde entre 250 a 500 mil espécies, somente cerca de 5% têm sido estudadas fitoquimicamente e uma percentagem menor avaliadas sob os aspectos biológicos (CECHINEL FILHO, 1998).

Com a proibição do uso dos antimicrobianos na Europa, as plantas aromáticas têm sido objeto de estudo como alternativa aos melhoradores de desempenho na produção animal. Segundo KAMEL (2001), muitos extratos vegetais têm sido à base de medicamentos modernos. Estes extratos são reconhecidos por seus efeitos antimicrobianos e estimulantes do sistema digestório animal, sendo tradicionalmente utilizados na terapia de muitas doenças no mundo ao longo do tempo (CASTRO et al., 2005; ERTAS et al., 2005).

De acordo com OLIVEIRA et al. (2006), as plantas com propriedades terapêuticas utilizadas no cuidado da saúde tradicional constituem uma importante fonte de novos compostos biologicamente ativos.

As plantas produzem compostos secundários através de fatores genéticos e ambientais que são necessários à sua sobrevivência e preservação (MARTINS et al., 1995). Muitos desses compostos são capazes de provocar reações nos organismos vivos e devido a esta característica são chamados de princípios ativos, caracterizando tais plantas como medicinais por possuírem atividade terapêutica devido à existência de um ou mais princípios ativos (MARTINS et al., 1995). São glicosídeos, alcalóides, compostos fenólicos e polifenólicos (quinonas, flavonas, taninos e cumarinas), terpenóides (mono e sesquiterpenos), saponinas, mucilagens, flavonóides e elementos químicos específicos (SANTOS et al., 2001).

Esses produtos atuam primeiramente na defesa do vegetal, agindo como dissuasórios alimentares e como toxinas. Os melhores exemplos de dissuasórios alimentares são os taninos, que são de característica adstringente. Muitas toxinas, como os glicosídeos e alcalóides tem sabor amargo e desagradável. Por outro lado, alguns metabólicos secundários ao serem incorporados ao organismo animal podem produzir efeitos benéficos, podendo ser utilizados para fins terapêuticos (SANTOS et al., 2001).

Dentre os metabólitos secundários, os óleos essenciais têm assumido grande importância no mercado. Estes são substâncias orgânicas voláteis muito conhecidas pelo aroma, e possuem propriedades antivirótica, antiespasmódica, analgésica, bactericida, cicatrizante, expectorante, relaxante, vermífuga entre outras, conferindo-lhes grande emprego nas mais variadas indústrias (MARTINS et al., 1995). Segundo o mesmo autor, a família Lamiaceae compreende o maior número de espécies com óleos essenciais, além de uma grande diversidade de substâncias incluídas neste grupo de princípios ativos, sendo assim

foco dos mais variados estudos. Nesta família concentra-se um grande número de plantas citadas como medicinais em todo o mundo, Por exemplo, manjerição, hortelã, salvia, alecrim, menta, manjerona, orégano e tomilho.

Membros do gênero *Origanum* (família Lamiaceae) são frequentemente caracterizados pela existência de diferenças químicas, com respeito a ambas as quantidade e composição do óleo essencial (SIVROPOULOU et al., 1996).

ECONOMOU et al. (2011) encontraram diferenças significativas nas médias de concentração dos óleos essenciais de três subespécies de orégano, inclusive dos seus constituintes majoritários, em relação a diferentes regiões geográficas.

Quanto à aplicação, além de ter o seu uso para fins medicinais, a família Lamiaceae também é importante por ser fonte de espécies de grande valor no mercado, pois são usadas como condimentos, alimentos, bebidas, assim como na indústria de perfumes e cosméticos (DI STASI, 2002).

Os óleos essenciais são substâncias ativas com destaque nas pesquisas como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho. Isso se deve aos benefícios à saúde já citados anteriormente e pela possibilidade de não ocasionar ou eliminar a resistência bacteriana. SCHELZ et al. (2006) demonstraram que a atividade do óleo de hortelã-pimenta e os seus principais constituintes, como o mentol, são potenciais agentes que poderiam eliminar os plasmídeos resistentes de bactérias. Em um estudo semelhante, CATÃO et al. (2010) avaliaram o potencial antimicrobiano das riparinas, extraídas da *Aniba riparia* (Nees) Mez. (Lauraceae), uma árvore típica da região Amazônica. Uma das riparinas apresentou potencialidade sobre cura de plasmídeo penicilinase, através da sua atividade antiplasmidial, sendo capaz de causar reversão do fenótipo de resistência a penicilina, o que pode aumentar a sensibilidade de linhagens de *Staphylococcus aureus* a outros agentes antimicrobianos. De forma geral, vários óleos essenciais possuem atividade inibitória do crescimento de microrganismos.

A obtenção dos óleos essenciais pode ser por prensagem, floração, extração com solventes orgânicos, extração por CO₂ supercrítico e destilação a vapor (SIMÕES, 2001), sendo este método o mais utilizado para a sua produção comercial. No entanto, o método empregado pode influenciar na composição dos constituintes metabólicos (BURT, 2007).

A espécie vegetal, origem, época de colheita e condições climáticas em que ela é produzida também podem ser fontes de variação na composição dos óleos essenciais. Por exemplo, o óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) da Argentina apresenta altas concentrações de linalol, sabineno e eugenol. No Paquistão, o óleo essencial de *Ocimum basilicum* apresenta 44 compostos, dos quais, o metil chavicol, 1,8-cineol, linalol e metil eugenol são os constituintes majoritários. Já em Portugal, a mesma espécie apresenta como constituinte majoritário o linalol e metil chavicol (DI STASI, 2002).

A substância que constitui o princípio ativo de um óleo essencial pode ser encontrada em várias plantas, distinguindo em concentração (KAMEL, 2001). BURT (2007) apresenta os componentes de alguns óleos essenciais com propriedade antibacteriana, de forma que o componente majoritário do cravo (*Syzygium aromaticum*) é o eugenol, considerado o seu princípio ativo, porém o eugenol também está presente no manjerição (*Ocimum basilicum* L.), sendo o seu princípio ativo o linalol e metil chavicol. O mesmo ocorre com o orégano (*Origanum vulgare* L.), cujo princípio ativo é o carvacrol, no entanto, também apresenta concentrações de timol, que é constituinte majoritário do tomilho (*Thymus vulgaris*).

Segundo DORMAN & DEANS (2000), cada constituinte dos óleos essenciais possui um grau de ação antimicrobiana, sendo apresentado em ordem decrescente: timol, carvacrol, α -terpineol, terpinen-4-ol, eugenol, linalol, tujona, δ -3-careno, geranyl acetato, citral, nerol,

geraniol, mentona, β -pineno, limoneno, α -pineno, α -terpineno, borneol, sabineno, γ -terpineno, citronelol $\frac{1}{2}$ terpinoleno, 1,8-cineol, bornil acetato, éter metil carvacrol, mirceno, β -cariofileno, α -bisabolol, α -felandreno, α -humuleno, bocimeno, aromadendreno, ρ -cimeno.

2.4 Orégano (*Origanum vulgare* L.)

Esta planta aromática é conhecida em todo o Brasil como orégano ou manjerona, ou mesmo como manjerona-selvagem.

A planta é uma erva ereta, com até 50 cm de altura, pilosa, com ramos ascendentes, de onde partem folhas ovais, de base arredondada e margem denteada, vilosas, flores em glomérulos, formando uma espiga terminal, disposta em panículas (DI STASI, 2002).

É cultivada no Sul e Sudeste do Brasil como especiaria de largo uso na culinária italiana. O seu óleo essencial é utilizado como aromatizante de alimentos e de perfume.

Na composição química de suas folhas e inflorescências destaca-se a presença de até 1% de óleo essencial, sendo os seus principais constituintes o carvacrol (com teor podendo ultrapassar 70%), timol, borneol, cineol, terpineol, β -bisaboleno, cariofileno, ρ -cimeno, linalol, α -pineno, β -pineno e α -terpineno (SIVROPOULOU et al., 1996; GÓMEZ et al., 2007; LORENZI & MATOS, 2008).

A literatura etnofarmacológica confere a esta planta propriedades estimulantes do sistema nervoso, forte ação analgésica, estimulante da digestão e expectorante brando. Suas folhas e inflorescência na forma de infusão são utilizadas para tratar gripes e resfriados, indigestão, flatulências e distúrbios estomacais (LORENZI & MATOS, 2008).

2.4.1 Atividade antibacteriana do orégano

De acordo com SIVROPOULOU et al. (1996) o óleo essencial de orégano tem efeito inibitório frente às bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, especialmente contra *Escherichia coli*.

Em um experimento utilizando o carvacrol, ULTEE et al. (1999) observaram que o carvacrol inibiu efetivamente o crescimento de *Bacillus cereus* a uma concentração de até 1mM. Os mesmos autores concluíram que o carvacrol é bactericida contra *B. cereus* a 20 °C em concentrações superiores a 1mM.

Tem sido demonstrado por vários autores que dentre os óleos essenciais, o óleo essencial de orégano é o que tem mais ação contra *Escherichia coli* (DORMAN & DEANS, 2000).

Os efeitos bacteriostáticos e bactericidas frente a *Escherichia coli* dos óleos essenciais de orégano, tomilho, cravo e louro foram testados por BURT & REINDERS (2003). Estes autores observaram que os óleos essenciais de orégano e tomilho exibiram maiores propriedades antimicrobianas (bacteriostática e bactericida) do que o cravo e louro no ensaio de difusão em disco.

SANTURIO et al. (2007) testaram a atividade in vitro de três óleos essenciais (orégano, tomilho e canela) frente a sorovares de *Salmonella enterica*. Os resultados evidenciaram a superior atividade inibitória e bactericida do óleo essencial de orégano em relação aos demais óleos. Entretanto, alguns sorovares foram mais sensíveis aos óleos de tomilho ou canela, evidenciando a especificidade da atividade de alguns óleos essenciais. Sendo assim, a substituição dos melhoradores de desempenho para aves e suínos deve levar em consideração tal fato.

OLIVEIRA et al. (2009) utilizando óleo essencial de *Origanum vulgare* e *Origanum majorana* encontraram valores de concentração inibitória mínima (CIM) com significativo efeito inibitório sobre a viabilidade celular de *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.* e *S. aureus* com uma total eliminação do inóculo microbiano em um tempo máximo de 24 h de exposição. Segundo os autores, estes resultados suportam a possibilidade do uso de tais produtos como fontes de compostos antimicrobianos.

BUDKA & KHAN (2010) testaram o efeito de três óleos essenciais (manjerição, orégano e tomilho) frente ao *B. cereus*. Estes autores constataram que a mistura desses três óleos teve efeito bactericida a 4°C, mas em temperatura de até 30°C houve crescimento bacteriano. Os mesmos autores concluem que a mistura em relação ao efeito de cada óleo essencial separadamente não aumentou a inibição bacteriana. E que a taxa de inibição é aumentada com o aumento da concentração do óleo essencial empregada.

2.4.1.1 Modo de ação do orégano

A estrutura da parede celular bacteriana é afetada pelos compostos fenólicos presentes no óleo essencial de orégano. O carvacrol é um composto fenólico com distinta atividade antimicrobiana e que possui atividade bactericida, dependendo da concentração e do tempo de exposição (ULTEE et al., 1999). A interação dos compostos fenólicos com a membrana citoplasmática provoca uma mudança da sua permeabilidade por cátions, como o H⁺ e K⁺, ocorrendo extravasamento de K⁺ e entrada de H⁺, acidificando o meio intracelular (ULTEE et al., 1999; LAMBERT et al., 2001).

O K⁺ é o maior cátion citoplasmático do crescimento celular bacteriano, envolvido em várias funções chave da célula bacteriana. Está ligado em ativar enzimas citoplasmáticas, manutenção do turgor, e possível relação do pH citoplasmático. A dissipação do gradiente iônico leva a deterioração desse processo essencial da célula, permitindo o extravasamento dos seus constituintes celulares, resultando em desbalanço hídrico, colapso do potencial de membrana e inibição da síntese de ATP, e finalmente a morte celular (ULTEE et al., 1999).

Não apenas a redução da síntese de ATP pela dissipação da força motriz de prótons, mas também outros efeitos secundários do carvacrol, como por exemplo, a inativação de enzimas essenciais do metabolismo energético, pode resultar em ação bactericida ou bacteriostática (ULTEE et al., 1999). Acredita-se que a ação antimicrobiana possa ser decorrente da alteração de diversas enzimas, incluindo além daquelas envolvidas com a produção de energia, as enzimas relacionadas com a síntese de compostos estruturais (CLEFF et al., 2008).

A possibilidade de o orégano agir na membrana plasmática das bactérias é um ponto favorável na escolha deste aditivo fitogênico, pois reduz as chances de ocorrência de resistência bacteriana.

2.4.2 Atividade anticoccidiana do orégano

O uso de óleos essenciais, em especial o orégano, tem-se mostrado eficiente na atuação como agentes anticoccidianos. Em experimento utilizando dois fatores, vacinação contra coccidiose e inclusão de óleo essencial de orégano na ração, realizado por WALDENSTEDT (2003), as aves que receberam o produto à base de óleo essencial de orégano excretaram menos oocistos de coccídeos na cama, embora os autores relatem que o número de oocistos contados em todos os tratamentos foi em quantidade menor do que é encontrado em galpões comerciais.

GIANNENAS et al. (2003) realizaram um estudo para analisar o efeito da suplementação dietética de óleo essencial de orégano e lasalocida sobre o desempenho de frangos de corte experimentalmente infectados com *Eimeria tenella*. Os autores concluíram que a adição de 300mg de óleo essencial de orégano por kg de ração na ração proporcionou um aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar em relação ao grupo controle. Porém o desempenho foi inferior ao grupo que recebeu o anticoccidiano lasalocida. Em um estudo semelhante, porém substituindo o óleo essencial pelo extrato de orégano, nas concentrações de 2,5 a 10 g/kg de ração, GIANNENAS et al. (2004) relataram que a inclusão de 5 ou 7,5 g/kg de extrato de orégano promoveu efeito semelhante ao da lasalocida, podendo substituí-la.

Por outro lado, JESUS (2007) não encontrou diferenças significativas na contagem de ovos de *Eimeria sp* entre o grupo controle (sem orégano) e o grupo de codornas japonesas que receberam suplementação de 200mg de óleo essencial de orégano por kg de ração. No entanto, SILVA et al. (2009) utilizaram teores maiores de óleo essencial de orégano (0,5 e 1,0 g/Kg) que foram fornecidos aos frangos infectados com *Eimeria tenella* e concluíram que não houve diferença significativa entre o grupo tratado com antibiótico e anticoccidiano e o grupo que recebeu óleo essencial de orégano.

TSINAS et al. (2011) avaliaram frangos de corte machos, Cobb 500, infectados ou não por *E. acervulina* e *E. máxima*. Estes autores observaram a diminuição do escore de lesão intestinal nos frangos que receberam 300 e 600 mg do produto comercial à base de óleo essencial de orégano e também do grupo que recebeu o anticoccidiano salinomicina, em relação ao grupo controle infectado.

2.4.3 Atividade antifúngica do orégano

ADAM et al. (1998) testaram o efeito antifúngico do óleo essencial de *Origanum vulgare* frente a quatro cepas de fungos (*Malazzia furfur*, *Trichophyton rubrum* e *Trichosporon beigeli*). Todas as cepas apresentaram sensibilidade, sendo que em *M. furfur* o efeito foi apenas fungistático.

A Atividade antifúngica das plantas aromáticas e seus óleos essenciais tem sido estudada com relação à contagem células viáveis, crescimento micelial e produção de micotoxinas (SOUZA et al., 2005).

PEREIRA et al. (2006) encontraram um efeito positivo do óleo essencial de orégano na inibição do crescimento dos fungos *Fusarium sp.*, *Aspergillus ochraceus*, *A. niger* e *A. flavus*, confirmando a sua eficiência fungicida e fungistática.

Estudando as propriedades antifúngicas do óleo essencial de *Origanum vulgare*, CLEFF et al. (2008) demonstraram atividade inibitória in vitro frente a *Sporothrix schenckii* (fungo causador de micose).

2.4.4 Atividade antioxidante do orégano

A oxidação lipídica é um dos principais problemas encontrados no processamento de carne, cozimento e armazenamento refrigerado. BOTSOGLOU et al. (2002) observaram que uma alta taxa de inclusão de orégano diminuiu a oxidação lipídica das amostras de tecidos de frangos de corte, sugerindo que a dieta com óleo essencial de orégano tem um efeito antioxidante.

Os resultados de uma pesquisa realizada por BOTSOGLOU et al. (2003) mostraram que a adição de óleo essencial de orégano reduziu significativamente a oxidação lipídica na

carne de perus crua e cozida durante o armazenamento e refrigeração. Pelos parâmetros de avaliação oxidativa, foi encontrada menor oxidação na carne de peito e coxa, provavelmente pela presença dos constituintes antioxidantes do óleo essencial do orégano, que ao entrar no sistema circulatório são distribuídos e retidos no músculo e outros tecidos.

PAPAGEORGIOU et al. (2003) também observaram a redução da oxidação lipídica do tecido do peito, coxa, fígado e coração de perus que receberam dietas contendo 100 e 200 mg/kg de óleo essencial de orégano na ração.

FLOROU-PANERI et al. (2005) pesquisaram o efeito antioxidante do orégano e do seu óleo essencial sobre o tecido de perus armazenados em refrigeração. Estes autores concluíram que todos os tratamentos com orégano reduziram a oxidação lipídica do tecido de peito e coxa de perus. Porém, a suplementação com 10 g/kg de orégano na ração foi mais efetiva do que a suplementação com 5 g/kg e que a suplementação com 200 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração na ração teve efeito similar ao maior nível.

A formação em excesso de radicais livres pode ocorrer durante a resposta do hospedeiro contra infecções e doenças inflamatórias, contribuindo para a patogênese pela promoção de estresse oxidativo e injúria tecidual (DE PALMA et al., 2008). O uso de antioxidantes é interessante para bloquear ou remover o estresse oxidativo, atenuando o processo de inflamação (GERONIKAKI & GAVALAS, 2006).

Segundo PEREIRA & MAIA (2007), os compostos fenólicos presentes em muitos óleos essenciais têm função antioxidante, pois agem como doadores de hidrogênio e, dessa forma, a produção de peróxidos de hidrogênio é diminuída. Portanto, o potencial antioxidante de um óleo essencial e seus componentes pode ser principalmente atribuído à capacidade de sequestrar radicais livres e extinção do oxigênio reativo (singlete) (LOIZZO et al., 2009). Estes mesmos autores constataram em um teste de determinação de habilidade de doação de hidrogênios que o óleo essencial de orégano tem um alto potencial antioxidante.

ÖZCAN et al. (2009) pesquisando a atividade antioxidante de várias plantas aromáticas, demonstraram que *Origanum vulgare* tem alta atividade, sendo um dos maiores em capacidade de eliminar espécies reativas de oxigênio (radicais livres). Isto pode ser explicado pelo alto teor de compostos fenólicos encontrados no *O. vulgare*.

Do ponto de vista da qualidade, a ingestão de compostos de origem vegetal tem sido relatada a ter um efeito benéfico na qualidade da carne armazenada, um efeito relacionado com propriedades antioxidantes dos fitogênicos, em termos de reduzir ou retardar a oxidação lipídica (MOUNTZOURIS et al., 2009).

LUNA et al. (2010) utilizaram frangos de corte Cobb 500 para avaliar a oxidação lipídica da carcaça e observaram que a suplementação de 150 mg/kg de carvacrol ou timol na ração de frangos de corte teve a mesma eficácia que a suplementação com 150 mg/kg de BHT na ração. Estes autores concluíram que o orégano pode ser considerado um suplemento natural útil a ser aplicado na indústria avícola para melhorar a qualidade da carne. Portanto, o extrato e o óleo essencial de orégano são considerados como uma fonte de antioxidantes naturais, podendo ser utilizados como conservantes de alimentos.

2.4.5 Atividade do orégano sobre a digestibilidade

A disponibilidade de nutrientes para o hospedeiro pode ser aumentada pela alteração na população microbiana intestinal, favorecendo a absorção de nutrientes (BELLAVÉR, 2000).

Alguns extratos vegetais têm efeito na absorção intestinal reduzindo o pH em alimentos cujo pH é básico, dessa forma, aumentando a digestibilidade de tais dietas e reduzindo o crescimento bacteriano patogênico (KAMEL, 2001).

O orégano pode ajudar na melhora da conversão alimentar dos animais, isto porque o orégano aumenta a digestibilidade dos nutrientes e favorece o equilíbrio da microbiota, diminuindo o potencial de adesão dos patógenos no epitélio intestinal (JAMROZ et al., 2002).

O mecanismo mais importante do orégano é afetar benéficamente o ecossistema da microbiota intestinal através da estabilização da microbiota entérica, havendo a melhora da capacidade de digestão no intestino delgado, aumento da disponibilidade de nutrientes essenciais, possibilitando que o animal expresse ao máximo o seu potencial genético para crescimento (HASHIMI & DAVOODI, 2010).

Segundo MITSCH et al. (2004), a mistura dos princípios ativos eugenol, timol e carvacrol (constituintes do óleo essencial de orégano) tem efeito na estimulação das enzimas digestivas, estabilização da microbiota intestinal, e inativação de toxinas de *Clostridium perfringens*, podendo reduzir a colonização deste no intestino de frangos.

HERNÁNDEZ et al. (2004) observaram que a suplementação com antibiótico e óleos essenciais incluindo o orégano melhora a digestibilidade aparente dos nutrientes.

OETTING et al. (2006) concluíram que a inclusão de níveis crescentes de extratos vegetais, entre eles o orégano, promoveu em suínos o aumento da digestibilidade aparente da matéria seca em relação aos tratamentos controle e antimicrobiano.

Os extratos vegetais são tradicionalmente utilizados para estimular a produção de secreções endógenas na mucosa do intestino delgado, pâncreas e fígado, e assim ajudar na digestão (CROSS et al., 2007).

Em suínos foi demonstrado experimentalmente que o carvacrol é absorvido no estômago e na porção proximal do intestino delgado. Entretanto, quando se realiza o microencapsulamento do mesmo esta absorção ocorre no intestino delgado (MICHIELS et al. 2008).

PAIM et al. (2008) observaram que ocorreu elevação na concentração sérica da enzima lipase nos tratamentos que receberam uma mistura de óleos essenciais contendo orégano na ração de frangos de corte. Este aumento da lipase sérica pode estar relacionado ao poder dos óleos essenciais de estimular a produção e atividade de enzimas e secreções do trato digestório em frangos de corte (LEE et al., 2003; JANG et al., 2007).

MOUNTZOURIS et al. (2009) citam que os extratos vegetais podem atuar sobre a digestibilidade dos nutrientes alterando o tempo de trânsito do intestino, estimulando a secreções digestivas e aumentando a atividade das enzimas digestivas.

Segundo SCHEUERMANN et al. (2009), uma importante propriedade de algumas substâncias naturais é o seu benefício na atividade enzimática gastrointestinal, relacionado com a melhor digestibilidade dos nutrientes. Este melhor aproveitamento dos nutrientes além de refletir na melhoria da saúde intestinal das aves, reduz os custos da ração. Isso é muito importante tendo em vista a relação custo/benefício da produção com a inclusão do aditivo fitogênico na dieta.

2.4.6 Atividade do orégano no sistema imune

A imunidade das aves é constituída por anticorpos maternos durante os primeiros sete dias de idade. No entanto, o sistema imunológico continua se desenvolvendo sendo estimulado através da alimentação, fornecendo substratos limitantes para o desenvolvimento dos órgãos linfóides, e pela presença de antígenos no trato gastrointestinal que são

importantes para a completa diferenciação e maturação do sistema imunológico, em especial dos linfócitos B (MAIORKA et al., 2006).

Através do controle de agentes patogênicos potenciais, o orégano pode aliviar o hospedeiro dos mecanismos de resposta imunológica desencadeados em situações de estresse durante situações críticas de defesa do organismo (HASHIMI & DAVOODI, 2010).

Em aves, a presença de óleos essenciais aumentou a imunidade não específica da mucosa contra coccídios (OVIEDO-RONDÓN et al., 2006), os quais dependem principalmente das células T CD8 (DALLOUL et al., 2003).

WALTER & BILKEI (2004) mostraram que o óleo essencial de orégano na dieta pode estimular os linfócitos T CD4, CD8, no sangue e nódulos mesentéricos de suínos.

TOGHYANI et al. (2010c) relataram que 500 mg de extrato de orégano/kg de ração aumentou significativamente a concentração de anticorpos de frangos de corte, mostrando ser um potencial estimulador do sistema imune.

Em um estudo para elucidar o modo de ação dos aditivos fitogênicos na imunomodulação de resposta à coccidiose, LILLEHOJ et al. (2010) mostraram que o carvacrol, cinamaldeído e óleo-resina de pimenta, desencadearam resposta imunológica mediadas por células que se refletiram em resposta imune protetora reforçada contra coccidiose aviária.

Por outro lado, REVAJOVÁ et al. (2010) mostraram que os extratos de orégano e salvia não alteraram significativamente o número de leucócitos periféricos em relação ao grupo controle. Também não foram observadas alterações nas concentrações de linfócitos CD3, CD4 e CD8, IgM e IgG.

2.4.7 Atividade antiinflamatória do orégano

A inibição da produção do óxido nítrico (NO) pode resultar em atividade antiinflamatória, resultado este observado por LOIZZO et al. 2009 ao estudarem *in vitro* o efeito do óleo essencial de duas espécies do gênero *Origanum*, *O. ehrenbergii* e *O. syriacum*, em inibir a produção do mediador químico liberador de macrófagos, resultando em diminuição da inflamação.

AL-HOWIRINY et al. (2009) observaram que o extrato de *Origanum majoram* possui atividade gastroprotetora em ratos evidenciada pelo efeito significativo inibitório sobre a formação de úlcera gástrica induzida por agentes químicos e físicos. Os mesmos autores relatam que o potencial gastroprotetor do *Origanum majoram* pode ser em parte devido à sua forte atividade antioxidante, visto que o papel dos radicais livres e antioxidantes no processo de cicatrização da úlcera é bem definido.

CHO et al. (no prelo) relatam que o carvacrol pode atenuar a produção de citocinas pró-inflamatórias no tecido adiposo visceral, contribuindo para a inibição do processo de adipogênese.

2.4.8 Atividade do orégano no desempenho de frangos de corte

Há quase uma década o orégano tem sido testado na ração de frangos de corte e os parâmetros de desempenho têm sido avaliados. BOTSOGLOU et al. (2002) utilizaram 50 e 100 mg do óleo essencial de orégano por kg de ração à base de trigo e soja e não encontraram diferenças significativas para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte Cobb, em relação ao grupo controle e o grupo que recebeu a ração contendo o antioxidante acetato de α -tocoferol.

WALDENSTEDT (2003) incluiu um produto comercial à base de óleo essencial de orégano na ração de frangos de corte Ross, machos, vacinados ou não contra coccidiose. Este autor concluiu que o uso do orégano aumentou o peso vivo dos frangos não vacinados aos 48 dias de idade.

Aos 28 dias, fêmeas Cobb alimentadas com rações contendo carvacrol ou timol, ambos constituintes do óleo essencial de orégano, apresentaram melhor conversão alimentar ao receberem carvacrol, em relação ao grupo que recebeu timol ou o grupo controle (LEE et al., 2003b).

Utilizando frangos de corte Cobb 500, machos, FUKAYAMA et al. (2005) testaram vários níveis de extrato de orégano (0,025, 0,050, 0,075 e 0,100%) e não observaram em nenhum período de criação diferenças significativas para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar entre os tratamentos com orégano e os tratamentos controle negativo e positivo com o antibiótico avilamicina.

Frangos de corte Ross 308 foram utilizados experimentalmente para avaliar níveis de inclusão de óleo essencial de orégano (0,3, 0,5 e 1%). Aos 42 dias os frangos que receberam 1% de óleo essencial de orégano tiveram melhor conversão alimentar (LENUTA et al. 2009).

KARIMI et al. (2010) no entanto, ao utilizarem frangos machos de linhagem comercial (Cobb 500), observaram que os frangos que receberam antibiótico penicilina tiveram maior peso e melhor conversão alimentar na fase inicial em relação aos frangos que receberam duas fontes em níveis crescentes (2,5, 5, 10 e 20 g/kg) de orégano.

TSINAS et al. (2011) observaram em frangos de corte machos, Cobb 500, infectados ou não por *E. acervulina* e *E. máxima*, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em frangos infectados e que receberam 300 e 600 mg/kg de um produto comercial à base de óleo essencial de orégano que não diferiu significativamente dos frangos que receberam o anticoccidiano salinomicina.

ROOFCHAEI et al. (2011) testaram níveis crescentes de óleo essencial de orégano em rações para frangos Ross 308, machos, que não incluíam anticoccidianos nem antibacterianos. Estes autores observaram que a inclusão de 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração, na fase de crescimento, aumentou significativamente o ganho de peso dos frangos em relação aos frangos do tratamento controle. Sendo que na fase de crescimento, os frangos que receberam 600 e 1200 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração apresentaram melhor conversão alimentar em relação aos frangos do tratamento controle, e no período total de criação, em relação aos frangos que receberam 300 mg/kg também.

2.4.9 Atividade do orégano nas características de carcaça em aves

LEE et al. (2003b) aos 28 dias não encontraram diferenças significativas nos pesos relativos de fígado e pâncreas de frangos de corte fêmeas, de linhagem comercial Cobb, alimentadas com rações contendo carvacrol ou timol em relação aos frangos que receberam o tratamento controle.

FUKAYAMA et al. (2005) não observaram diferenças significativas no rendimento de carcaça e peito aos 42 dias, assim como nos pesos relativos dos órgãos de imunidade e gordura abdominal de frangos de corte machos, Cobb 500, alimentados com dietas contendo níveis de extrato de orégano (0, 0,025, 0,075 e 0,100%) e antibiótico avilamicina.

Estudando a suplementação de várias plantas medicinais na ração de frangos de corte machos Ross 308, TEKELI et al. (2006) não encontraram diferenças significativas para peso de carcaça quente, resfriada, rendimento de carcaça e peso absoluto e relativo de gordura

abdominal entre os frangos que receberam 120 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração e os demais óleos essenciais em relação ao controle negativo e o tratamento que recebeu o antibiótico flavomicina.

BARRETO et al. (2008) no entanto, observaram que os frangos de corte Cobb, machos, que receberam 200 ppm de óleo essencial de orégano, cravo, canela e antibiótico avilamicina tiveram menor peso de fígado aos 42 dias em relação aos frangos do tratamento controle.

SARICA et al. (2009) utilizando codornas japonesas que receberam dietas experimentais sem aditivo zootécnico, com antibiótico flavomicina, óleo essencial de orégano, canela, a combinação dos dois, probiótico, prebiótico (mananoligossacarídeo) e mais seis tratamentos contendo um complexo enzimático somado a cada um dos tratamentos anteriores, não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos para rendimento de carcaça quente e resfriada.

AKYUREK & YEL (2011) não observaram diferenças significativas nos pesos relativos de moela, proventrículo, coração, fígado, pâncreas, gordura abdominal, bursa de Fabrícus, duodeno, jejuno, íleo e ceco, de frangos de corte Ross 308, machos, alimentados com dietas contendo os princípios ativos do orégano, timol e carvacrol, em relação aos frangos do tratamento controle.

2.5 Parâmetros hematológicos e bioquímica sérica em aves

As provas laboratoriais do sangue podem servir como ferramentas importantes para auxiliar no monitoramento da saúde das aves, no diagnóstico de doenças e diagnosticar precocemente quadros de sintomatologia subclínica (SCHIMIDT et al., 2007).

O hemograma é um exame laboratorial de rotina que avalia a quantidade e qualidade das células sanguíneas e os trombócitos, por outro lado, a avaliação bioquímica de alterações dos metabólitos do sangue, tais como proteínas, ácido úrico, colesterol e outros, podem indicar o estado de funcionamento de órgãos como o fígado, os rins, os músculos, entre outros (SCHIMIDT et al., 2007).

Para o hemograma é necessário obter amostras de sangue em tubos contendo ácido diaminotetracético (EDTA) como anticoagulante e para prevenir a ocorrência de hemólise, a amostra de sangue deve ser homogeneizada e pode ser refrigerada por um tempo máximo de 24 horas (SCHIMIDT et al., 2007).

As provas laboratoriais que compõem o hemograma de aves são: contagem total de eritrócitos e de leucócitos em hemocítmetro de Neubauer com diluição em azul de toluidina 0,01%, determinação do hematócrito, pela técnica do microhematócrito e dosagem da concentração de hemoglobina (CAMPBELL, 2007; SCHIMIDT et al., 2007). A contagem diferencial de leucócitos é realizada em esfregaços sanguíneos, sendo diferenciados os heterófilos, linfócitos, eosinófilos, monócitos e basófilos, corados com corante hematológico de Wright (CAMPBELL, 2007; SCHIMIDT et al., 2007). Os índices hematimétricos volume globular médio (VGM) e concentração hemoglobina globular média (CHGM) são obtidos pelas fórmulas de WINTROBE (1932).

A contagem de hemácias é procedida pela contagem de mais de 1000 hemácias no esfregaço sanguíneo preparado a partir de uma mistura de gotas de sangue na proporção do dobro do volume do novo azul de metileno 0,5% em solução salina (JAIN, 1993).

Algumas alterações no tamanho das hemácias recebem nomes específicos, como microcitose, macrocitose e anisocitose (grau de variação no tamanho das hemácias), sendo

que a alteração significativa no tamanho da hemácia influencia o valor do volume corpuscular médio (CAMPBELL, 2007).

As variações de cor das hemácias incluem policromasia e hipocromasia, sendo que no sangue periférico da maioria das aves normais há pouca quantidade de hemácias policromatofílicas (CAMPBELL, 2007). Hipocromasia significativa proporciona menores valores da concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e da hemoglobina corpuscular média (HCM).

Alterações morfológicas das células eritrocitárias podem causar quadros de anemia. A anemia é definida como a contagem de células vermelhas, concentração de hemoglobina e/ou volume globular abaixo do normal (JAIN, 1993).

Anemia normocrômica macrocítica é característica de deficiência de vitamina B₁₂ e folato. Anemia hipocrômica macrocítica é tipicamente observada em remissão por perda aguda de sangue ou anemia hemolítica. Anemia normocrômica normocítica ocorre pela seletiva depressão da eritropoiese em doenças crônicas. Anemia hipocrômica microcítica resulta de deficiência de ferro ou falha na utilização do ferro para a síntese de hemoglobina. Anemia hipocrômica normocítica e normocrômica microcítica ocorre pela deficiência em ferro que se manifestaria mais tarde em anemia hipocrômica microcítica (JAIN, 1993).

O hematócrito permite avaliar a parte globular em uma amostra de sangue (CARDOSO & TESSARI, 2003). O hematócrito de aves é influenciado pela quantidade e pelo tamanho das hemácias, bem como as alterações de volume plasmático que não influenciam a quantidade de células, podendo ser: aumento do volume plasmático (hemodiluição, diminuição do volume plasmático (hemoconcentração), métodos de coleta de sangue inadequado (hemodiluição), além da administração de epinefrina e de hipotermia, que pode resultar em hemoconcentração (CAMPBELL, 2007).

A concentração de hemoglobina e do volume globular são geralmente baixos em aves jovens comparados com as aves adultas (JAIN, 1993). A hemoglobina é responsável pelo transporte de CO₂ desde os tecidos até os alvéolos pulmonares, mantendo desta maneira o pH do sangue e a entrada de oxigênio nas células (CARDOSO & TESSARI, 2003).

Os índices de Wintrobe (WINTROBE, 1933): hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e volume corpuscular médio (VCM) detectam a presença de anemia e avaliam a capacidade que a medula óssea tem de produzir hemácias de tamanho e capacidade metabólica normais, assim como o conteúdo de hemoglobina (CARDOSO & TESSARI, 2003).

Os leucócitos presentes no sangue de aves são linfócitos, monócitos e granulócitos, que são os heterófilos, eosinófilos e basófilos (CAMPBELL, 2007).

O leucograma varia muito entre aves normais da mesma espécie, e como as aves se estressam quando manipuladas, o processo de coleta de sangue resulta em leucocitose fisiológica, que é o aumento de heterófilos e linfócitos no sangue periférico (CAMPBELL, 2007).

As causas gerais de leucocitose em aves incluem inflamação, podendo estar associada a doenças infecciosas ou não infecciosas, intoxicação, hemorragia em cavidade corporal, neoplasia de crescimento rápido e leucemia (CAMPBELL, 2007). A contagem diferencial de leucócitos auxilia na avaliação de leucocitose, pois neste caso há aumento da contagem de heterófilos, aumentando a heterofilia, há o aumento da inflamação (CAMPBELL, 2007).

A leucopenia (diminuição do número total de leucócitos) ocorre por depressão da leucopoiese ou por diminuição dos leucócitos periféricos (SCHIMIDT et al., 2007). A heteropenia deve-se a menor sobrevivência de heterófilos maduros ou à produção diminuída ou

ineficaz (CAMPBELL, 2007). A linfopenia ocorre em certas doenças virais, mas é pouco documentada em aves (SCHIMIDT et al., 2007).

A monocitose geralmente está associada a doenças infecciosas causadas por microrganismos que causam inflamações granulomatosas, como *Mycobacterium* e *Aspergillus*, lesões granulomatosas crônicas, necrose tecidual inespecífica e por deficiência de zinco na dieta (CAMPBELL, 2007).

A basofilia ocorre em doenças respiratórias e em lesões teciduais severas, porém é rara em aves (CAMPBELL, 2007; SCHIMIDT et al., 2007).

A maioria das análises bioquímicas é realizada no plasma ou no soro. Como a coleta de soro das aves frequentemente resulta numa amostra pequena, prefere-se o plasma para avaliações de provas bioquímicas de rotina (SCHIMIDT et al., 2007).

O ácido úrico e a uréia são as provas bioquímicas utilizadas para avaliar a função renal das aves. O ácido úrico é o principal produto do metabolismo de nitrogênio nas aves, constituindo aproximadamente 60 a 80% do total de nitrogênio excretado pela urina da ave. É sintetizado no fígado e nos rins, sendo 90% do ácido úrico sanguíneo excretado primariamente por secreção tubular, nos túbulos proximais dos néfrons corticais (SCHIMIDT et al., 2007).

Nas aves, as provas de função hepática estão divididas em testes de enzimas hepáticas, que podem refletir ou não lesão hepatocelular: aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), glutamato desidrogenase (GLDH), lactato desidrogenase (LD), sorbitol desidrogenase (SD), gama glutamiltransferase (GGT) e fosfatase alcalina (AP), testes funcionais do fígado (colesterol, ácidos biliares e bilirrubinas), glicose e as proteínas (SCHIMIDT et al., 2007).

A atividade plasmática das enzimas utilizadas para detectar doença hepática de aves pode refletir lesão hepatocelular ou aumento da produção das enzimas (CAMPBELL, 2007).

Há relato de alta atividade da aspartato aminotransferase (AST) no fígado de aves. Essa atividade elevada também foi encontrada em músculo esquelético, músculo cardíaco, cérebro e rim (CAMPBELL, 2007).

A atividade plasmática da alanina aminotransferase (ALT) não é um teste específico, nem sensível, para a detecção de doença hepatocelular em aves, com exceção para aves carnívoras (CAMPBELL, 2007).

A atividade plasmática de lactato desidrogenase (LDH) é inespecífica para doença hepatocelular de aves. Após lesão hepática ou muscular, a atividade plasmática de LDH aumenta e diminui mais rapidamente que as atividades de AST e ALT (CAMPBELL, 2007).

Em aves, a atividade plasmática de fosfatase alcalina (ALP) não é útil para a detecção de doença hepatobiliar, sendo o aumento de sua atividade indicativo de crescimento ósseo, hiperparatireoidismo secundário nutricional, consolidação de fraturas e fase de pré-ovulação de galinhas (CAMPBELL, 2007).

Em aves com doença hepatobiliar, o aumento da atividade plasmática de γ -glutamilttransferase (GGT) não é previsível (CAMPBELL, 2007). As aves apresentam atividade da GGT nos rins, cérebro e intestino, entretanto, distúrbios nesses órgãos não alteram os teores plasmáticos desta enzima (SCHIMIDT et al., 2007).

Como em geral o fígado de aves não contém a enzima biliverdina redutase, necessária para transformar biliverdina em bilirrubina, seu principal pigmento biliar é biliverdina (CAMPBELL, 2007). A presença de biliverdinemia é observada quando o soro ou o plasma apresentam coloração esverdeada, que reflete doença hepatobiliar severa, porém não se faz a dosagem de biliverdina porque é um pigmento instável e muito sensível à degradação pela luz (SCHIMIDT et al., 2007).

A diminuição nos níveis de albumina e, conseqüentemente, a diminuição da concentração das proteínas totais, pode demonstrar lesões hepáticas, pois o fígado é o órgão que sintetiza as proteínas, principalmente a albumina. Outra possível causa para a diminuição da albumina seriam as lesões em vísceras, principalmente do sistema digestório, com ulcerações intestinais e hemorragias, estas lesões promovem perda de sangue e de albumina (SCHIMIDT et al., 2007).

2.6 Validação dos extratos vegetais como aditivos zootécnicos fitogênicos

A ação antimicrobiana dos extratos vegetais demonstrada em inúmeros estudos *in vitro*, nem sempre é evidenciada em estudos *in vivo* avaliando o desempenho de animais ao serem suplementados em suas dietas com estes extratos.

Alguns autores relatam que é preciso ter um desafio sanitário maior para que a atividade antimicrobiana dos extratos vegetais e seus constituintes ativos possam ser evidenciados (FUKAYAMA et al., 2005; JESUS, 2007; TOLEDO et al., 2007; BARRETO et al., 2008). No entanto, outros autores como ALÇIÇEK et al. (2003), PEDROSO et al. (2005), ERTAS et al. (2005), OETTING et al. (2006), FRANCO et al. (2007), SUZUKI et al. (2008) e SILVA et al. (2009), concluíram que os óleos essenciais proporcionaram desempenho similar ou maior ao verificado em animais que receberam antimicrobianos convencionais.

Por outro lado, os efeitos dos compostos antimicrobianos presentes em plantas aromáticas e seus óleos essenciais dependem da concentração e a duração da exposição. Ressaltando que as propriedades toxicológicas, forma de uso, dosagens e atividades farmacológicas da planta devem ser conhecidas (VEIGA JUNIOR & MELLO, 2008).

A elucidação do modo de ação e da melhor forma de inclusão dos extratos vegetais irá fornecer à base científica para estabelecer a eficácia e segurança destes aditivos, a fim de desenvolver uma estratégia de longo prazo para a sua inclusão como fitomedicamentos padronizados (DI STASE, 2007) ou na formulação de rações para animais como aditivos zootécnicos. Somente assim, a indústria e os produtores terão confiança quanto ao potencial destes produtos e os incluirão como parte da prática habitual, como fizeram com os antimicrobianos convencionais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no período de 09 de junho a 19 de julho de 2010 no Departamento de Nutrição Animal e Pastagem do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no município de Seropédica, RJ.

3.2 Animais e Manejo

As médias das temperaturas mínimas e máximas, registradas, foram de 22,32°C e 24,62°C, respectivamente, monitoradas diariamente durante o período experimental.

Foram utilizados 300 pintos de corte, machos, de linhagem comercial Cobb 500, de 1 dia de idade, os quais foram distribuídos conforme uniformidade de peso corporal (43,69 g), e alojados em baterias metálicas com três andares, sendo cada andar subdividido em duas unidades experimentais com dimensões de 0,90 m de comprimento, 0,85 m de largura e 0,40 m de altura. Cada compartimento foi provido de um bebedouro infantil do tipo copo e um comedouro tipo prato sendo trocados aos quinze dias de idade por comedouros e bebedouros tipo calha.

Na primeira semana de vida das aves foram fornecidas 24 horas de luz, devido ao aquecimento dos pintos sendo utilizadas lâmpadas incandescentes fixadas nas gaiolas. Na segunda semana as lâmpadas incandescentes foram retiradas e as aves receberam iluminação durante 23 horas, sendo a luminosidade natural complementada por lâmpadas fluorescentes. A partir daí a iluminação artificial foi reduzida gradativamente. No período do 14° ao 15° dia as aves receberam 21 horas de iluminação. Do 16° ao 17° dia as aves receberam 20 horas de iluminação. Do 18° ao 24° dia as aves receberam 16 horas de iluminação. Do 25° ao 27° dia as aves receberam 14 horas de iluminação. A partir dos 28 dias de idade as aves passaram a receber apenas iluminação natural. Este programa de luz foi escolhido visando o melhor desempenho e bem-estar das aves que poderiam ser alcançados com fotoperíodos moderados, que possibilitariam aumento nas horas de sono, menor estresse fisiológico, melhora na resposta imunológica e, possivelmente, melhora no metabolismo ósseo e na condição das patas.

Os pintos foram vacinados contra as doenças de Marek, Bouba Aviária e Newcastle no incubatório.

3.3 Dietas Experimentais e Tratamentos

As dietas experimentais fornecidas às aves foram isoprotéicas e isocalóricas, em um programa de alimentação com duas fases, inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 39 dias), formuladas para atender às exigências nutricionais das aves, de acordo com as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). Os ingredientes e nutrientes utilizados nas rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

Os aditivos que constituíram os tratamentos foram incluídos à dieta referência em substituição ao material inerte caulim, não alterando a composição da ração.

O fornecimento de ração e água foi *ad libitum*.

Tabela 1 Composição percentual das rações utilizadas em cada fase experimental.

Ingredientes (%)	Fases	
	Inicial (1 a 21dias)	Crescimento (22 a 39dias)
Milho	56,189	58,997
Farelo de soja	36,140	32,567
Óleo de soja	3,020	3,993
Fosfato bicálcico	1,844	1,695
Calcário calcítico	0,880	0,837
Sal comum	0,493	0,470
Inerte (caulim)	0,800	0,800
DL-metionina	0,238	0,228
L-lisina HCL	0,161	0,176
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050
L-treonina	0,036	0,036
Cloreto de colina	0,050	0,040
BHT	-	0,010
Total (Kg)	100,00	100,00
Composição calculada		
Proteína bruta (%)	20,7900	19,4100
Energia Metabolizável (Mcal/Kg)	3,0000	3,1000
Cálcio (%)	0,8840	0,8240
Fósforo disponível (%)	0,4420	0,4110
Sódio (%)	0,2140	0,2050
Cloro (%)	0,3397	0,3260
Ácido linoléico (%)	2,8989	3,4511
Arginina total (%)	1,4226	1,3146
Arginina digestível (%)	1,3588	1,2545
Lisina total (%)	1,2630	1,1830
Lisina digestível (%)	1,1641	1,0908
Met. + cist. total (%)	0,8970	0,8520
Met. + cist. digestível (%)	0,8199	0,7799
Metionina total (%)	0,5626	0,5347
Metionina digestível (%)	0,5329	0,5070
Treonina total (%)	0,8590	0,8040
Treonina digestível (%)	0,7520	0,7031
Triptofano total (%)	0,2634	0,2432
Triptofano digestível (%)	0,2361	0,2178

¹Composição/kg do produto: Vit. A, 7.500.000 UI; vit. D₃, 2.500.000 UI; vit. E, 18.000 mg; vit. K₃, 1.200 mg; vit. B₁ 1.500 mg; vit. B₂, 5.500 mg; vit. B₆, 2.000 mg; vit. B₁₂, 12.500 mcg; biotina, 67 mg; ácido pantotênico, 10 g; ácido nicotínico, 35 g; ²Composição/kg do produto: Mn, 120 g; Cu, 13 g; Fe, 60 g; Zn, 100 g; I, 2500 mg; Se, 500 mg;

Os tratamentos experimentais consistiram de rações em que foram incorporados diferentes níveis de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.), um controle negativo sem qualquer tipo de antimicrobiano e um controle positivo com o antibiótico sulfato de colistina, conforme especificado a seguir.

- T1 – Dieta referência (DR) sem antimicrobianos (controle negativo);
- T2 – DR com sulfato de colistina (10 mg de colistina/kg de ração);
- T3 – DR com 300 mg de óleo essencial de orégano/kg de ração;
- T4 – DR com 600 mg de óleo essencial de orégano/kg de ração;
- T5 – DR com 900 mg de óleo essencial de orégano/kg de ração.

Devido à característica volátil dos óleos essenciais, o óleo essencial do orégano foi adquirido microencapsulado, processo que consiste na introdução do óleo em uma matriz orgânica, a fim de ser preservado até o momento da ingestão pelas aves. A matriz do óleo essencial de orégano microencapsulado era composta por 85 % de maltodextrina e 15 % do óleo essencial de orégano, sendo o mesmo fornecido pela empresa Givaudan do Brasil Ltda. O óleo essencial de orégano fornecido pela empresa continha a seguinte composição analítica: 67% de carvacrol, 12% de ρ -cimeno, 6% de γ -terpineno, 5% de timol, 3,4% de β -cariofileno, 2% de linalol, 2% de mirceno e 1% de α -pineno.

3.4 Desafio Sanitário

Para se promover um desafio microbiológico às aves, antes de se iniciar o experimento foram feitas duas criações seguidas de frangos de corte em um dos boxes do galpão experimental do setor de avicultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. A cama de maravalha nova foi utilizada para o primeiro lote e reutilizada para o segundo lote, sem descanso sanitário. As aves que foram criadas nesta cama não receberam nenhum tipo de antimicrobiano. Após secagem natural, uma amostra dessa cama foi encaminhada ao Laboratório de Microbiologia do Instituto de Veterinária da UFRRJ para ser analisada. A contagem total de bactérias foi de 45×10^5 UFC/g, método PCA (Agar Padrão para Contagem). A contagem de coliformes totais foi de 22×10^4 UFC/g pelo método MacConkey. Também foi realizada a análise de ASS (Agar Salmonella-Shigella) sendo detectada a presença de *Citrobacter freundii*.

Foi realizado o peneiramento da cama para selecionar as partículas menores facilitando a mistura na ração. Durante o experimento o fornecimento da cama foi feito num período de seis dias intercalados. Com o objetivo de evitar uma possível interferência no consumo de ração e conseqüentemente no desempenho, a quantidade oferecida foi na ordem de 5% do consumo acumulado médio de ração, sendo então de 4g/ave/dia no 10°, 12°, 14°, 16°, 18° e 20° dia de vida das aves. O desafio só teve início no 10° dia de vida das aves, pois nos primeiros dias de vida das aves o sistema imunológico ainda não está totalmente funcional.

3.5 Desempenho dos Frangos de corte

A análise de desempenho foi feita aos 21 e aos 39 dias de idade das aves.

Os cálculos para o consumo de ração foram realizados pela diferença entre as pesagens de ração fornecida e a sobra nos comedouros das unidades experimentais ao final de cada período experimental. Foi considerada também, para o cálculo de consumo de ração em

cada unidade experimental, a ocorrência de óbito, pesando imediatamente a ração do comedouro para o cálculo de consumo de ração corrigido.

Para se obter o ganho de peso, foram feitas pesagens no 1º, 21º e 39º dias de idade, do grupo de aves de cada unidade experimental, obtendo-se, então, o ganho de peso médio por ave.

A conversão alimentar também foi calculada para as fases de 1 a 21 e 1 a 39 dias de idade, utilizando-se, para os cálculos, os dados de consumo de ração e ganho de peso de cada unidade experimental.

3.6 Características de Carcaça

O rendimento de carcaça foi avaliado aos 40 dias de idade das aves, quando foram separadas duas aves por unidade experimental, totalizando doze aves por tratamento, com peso médio representativo da unidade experimental. As aves foram submetidas a um jejum de doze horas e depois, pesadas, atordoadas e abatidas por sangria da veia jugular, escaldadas, depenadas e evisceradas no abatedouro de aves do Centro de Produção Integrado da UFRRJ.

Posteriormente, as carcaças evisceradas foram pesadas e armazenadas em sacos plásticos lacrados e identificados e colocadas em refrigeração a 4°C durante 24 horas. Após o resfriamento as carcaças e os seus respectivos cortes foram pesados.

Para o cálculo do rendimento de carcaça foi tomado como base o peso da carcaça resfriada, eviscerada, sem cabeça e sem pés e o peso vivo após o jejum. Os rendimentos dos cortes foram calculados com base nos pesos desses cortes resfriados e o da carcaça resfriada.

Foram avaliados rendimentos de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa, asa e dorso. Também foram avaliados os pesos absolutos e relativos de fígado, moela, coração, gordura abdominal, bursa e baço. A gordura abdominal foi considerada como a parte constituída pelo tecido adiposo aderido ao redor da cloaca, da bursa de Fabrícus, dos músculos abdominais adjacentes e da periferia da moela.

3.7 Análises Hematológicas e Bioquímica Sérica

Amostras de sangue, de duas aves por unidade experimental, foram coletadas aos 40º dias de idade das aves para análise hematológica. As amostras para as análises do hemograma e leucograma foram acondicionadas em tubetes contendo anticoagulante etilenodiaminotetracético (EDTA). As amostras para as análises bioquímicas foram acondicionadas em tubetes sem anticoagulante. Após as coletas, as amostras foram transportadas sob refrigeração e encaminhadas ao Laboratório de Patologia Clínica do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para serem analisadas.

As amostras de sangue utilizadas para as análises hematológicas e bioquímicas nos dois ensaios foram coletadas de todos os frangos no momento do abate.

A concentração de proteínas plasmáticas totais (PPT) foi determinada por refratometria (COLES, 1984).

A concentração de hemoglobina foi dosada através do método de oxihemoglobina e centrifugação da amostra a 1000 xg por 10 minutos para a determinação da densidade óptica no fotocolorímetro Klett Summerson®, e correção do valor para a unidade de hemoglobina (CAMPBELL & DEIN, 1984). A determinação do hematócrito foi efetuada através do método do microhematócrito, segundo metodologia descrita por JAIN (1993). As contagens de hemácias e leucócitos totais realizadas em hemocítômetro, utilizando-se a solução de Natt

e Herrick (NATT & HERRICK, 1951). O sangue foi diluído 1/100 e 1/200 para a contagem de leucócitos e hemácias, respectivamente. Foram contados os leucócitos do quadrante 1 mm³ central (25 subdivisões do retículo melhorado do hemocitômetro) e os eritrócitos foram contados neste mesmo quadrante em 1/5 de mm³ (cinco subdivisões do retículo melhorado central do hemocitômetro). Os respectivos fatores de correção para as contagens totais de leucócitos e de eritrócitos foram os números de células contadas multiplicadas por 1000 e 10000, respectivamente, considerando-se a área e a altura da câmara e a diluição.

A contagem diferencial de leucócitos foi realizada por meio de esfregaços sanguíneos corados com giemsa para determinação dos valores relativos e posteriormente dos valores absolutos de linfócitos, heterófilos e monócitos.

Por meio de fórmulas padronizadas, foram calculados o volume globular médio (VGM) e concentração de hemoglobina globular média (CHGM) (WINTROBE, 1933).

O sangue coletado sem anticoagulante, após 2 horas a temperatura ambiente, foi centrifugado a 400 xg, por 5 minutos para obtenção do soro e armazenados à temperatura de -20°C. Foram feitas as análises referentes à função hepática e renal como aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), gama glutamil transferase (GGT), fosfatase alcalina (ALP), creatinina, uréia e ácido úrico, empregando-se “kit” comercial (Bioclin SA), e espectrofotômetro automático Bio-2000 (Bioplus), com calibração automática e leitura de alta performance. Os testes foram realizados por método cinético, de acordo com a metodologia indicada pelo fabricante.

3.8 Análise Microbiológica

Foram coletadas amostras do íleo aos 40° dias de idade das aves, com a finalidade de determinar a contagem de coliformes totais. Foram selecionadas duas aves por unidade experimental, totalizando 60 amostras.

De cada ave selecionada, durante a evisceração no processo de abate, foi retirado o intestino e isolada uma secção do íleo, do divertículo de Meckel até a junção íleo-cecal. Esta porção foi amarrada, com o conteúdo da digesta, removida, acondicionada em saco plástico, colocada em caixa térmica contendo gelo e imediatamente transportada ao Laboratório de Bacteriologia Veterinária do Instituto de Veterinária da UFRRJ. Foram pesados 1g de conteúdo fecal de cada frango de forma asséptica e passado para tubos de ensaio contendo 9 ml de água peptonada a 0,1%, realizando assim a primeira diluição, 10⁻¹. A partir de 1mL da diluição 10⁻¹ adicionado a 9 mL de água peptonada 0,1% foi feita a diluição 10⁻², e assim foram feitas as próximas diluições até a diluição 10⁻⁵.

O processamento foi realizado em Agar MacConkey, 1mL das diluições de cada amostra foram inoculadas em triplicata e incubadas a 37°C por 24-48h. Após o período de incubação, foram feitas as contagens das unidades formadoras de colônia expressas por UFC.g⁻¹ e a observação das características morfotintoriais dos isolados através da coloração de Gram, visualização microscópica dos isolados e confirmação através do teste de KOH 3%. As colônias isoladas em Agar MacConkey foram inoculadas em Caldo Muller Hinton para realizar a identificação.

Para se realizar a identificação das enterobactérias, segundo KONEMAN (2001), os isolados foram inoculados em Agar TSI (Triple Sugar Iron) em tubo inclinado para se testar a produção de H₂S, fermentação de lactose, e produção de gás pela fermentação da glicose. Para analisar a capacidade de motilidade e a capacidade de degradar L-Triptofano e produzir indol os isolados foram inoculados em meio Simmons Citrate Agar. Foram testados também a capacidade dos isolados em usar o citrato como única fonte de carbono por inoculação em

tubo inclinado contendo o meio de citrato de simmons. Além disso os isolados também foram submetidos a teste de VP (Voges-Proskauer) e VM (Vermelho de Metila).

3.9 Ensaio de Digestibilidade

Durante o experimento de desempenho dos frangos de corte foi realizado um ensaio de digestibilidade das rações.

O ensaio de digestibilidade foi constituído de doze dias (do 22º ao 33º dia de idade das aves), sendo o período de adaptação à ração do vigésimo segundo ao vigésimo nono dia, e o da coleta total de excretas do trigésimo ao trigésimo terceiro dia de idade.

As excretas foram coletadas em bandejas dispostas sob cada unidade experimental e revestidas com material plástico, para evitar contaminação do material. Foram realizadas duas coletas ao dia, às oito e dezessete horas, para evitar fermentações fecais. No término de cada período experimental foi quantificada a ração consumida e o total das excretas por repetição, durante os quatro dias de coleta.

As excretas coletadas no ensaio foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer (-10°C) para análises posteriores. Após o término do experimento, as excretas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas, retirando-se subamostras de 250 g para análises laboratoriais. Foi realizada a pré-secagem em estufa ventilada a 55°C por 72 horas. Após secagem, as excretas foram expostas ao ar até atingirem a temperatura ambiente para serem pesadas, moídas e armazenadas em potes plásticos devidamente identificados para análises posteriores.

Foram registrados o consumo das dietas experimentais e a quantidade de excreta produzida por cada unidade experimental, as quais foram submetidas à análise de matéria seca (MS) e nitrogênio (N), segundo a AOAC (1984). A energia bruta (EB) foi determinada usando a bomba calorimétrica PARR, de acordo com as metodologias descritas por SILVA & QUEIROZ (2002).

A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente das rações foi baseada no consumo de MS da ração e na excreção da MS e nos teores de N e EB das rações e das excretas, de acordo com a fórmula descrita por SCHNEIDER & FLAT (1975).

$$\text{Digestibilidade Aparente} = \frac{\text{Nutriente ingerido (g)} - \text{Nutriente excretado (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram calculados utilizando as equações propostas por MATTERSON et al. (1965).

$$\text{EMA (kcal/kg de MS)} = \frac{\text{EB Ingerida} - \text{EB Excretada}}{\text{MS Ingerida}}$$
$$\text{EMAn (kcal/kg de MS) do alimento} = \frac{(\text{EB Ingerida} - \text{EB Excretada}) \pm 8,22 \times (\text{BN})}{\text{MS Ingerida}}$$

3.10 Análise da Composição Química da Carne de Peito

Para as análises químicas, os peitos, que tinham sido mantidos em freezer, foram descongelados em refrigerador com temperatura aproximada de 10°C por 24 horas. Após,

descongeladas, foram eliminados das amostras de peito toda a gordura visível e pele. Foram utilizados dois peitos por repetição, totalizando 60 amostras. Foi padronizado o lado esquerdo do músculo *pectoralis major* para a retirada da amostra. A carne foi moída em processador até obter uma consistência pastosa.

Foi avaliada a composição química da carne de peito através das análises bromatológicas de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, de acordo com as metodologias descritas por SILVA & QUEIROZ (2002) e INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.11 Análise da Perda de Peso por Cozimento (PPC)

Também se avaliou a perda de peso por cozimento da carne de peito segundo a metodologia de BILGILI et al. (1989) com adaptações. Os filés de peito de dimensões aproximadas de 6 cm de comprimento, 5 cm de largura e 1,5 cm de espessura, foram pesados e logo após embalados em papel alumínio e assados em chapa elétrica pré-aquecida a 220°C. Após atingirem 35°C, as amostras foram viradas e mantidas até a temperatura interna das mesmas atingirem 72°C. Após o cozimento, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas. A PPC foi calculada como:

$$PPC = 100 \times (\text{peso após cozimento}) / \text{peso inicial}.$$

3.12 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições, onde foram utilizadas cinco baterias metálicas compostas de três andares, sendo cada andar subdividido em duas unidades experimentais, cujo bloco foi representado por cada andar, totalizando três blocos por bateria e 30 observações no total.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias pelo teste de Student-Newman-Keuls, utilizando-se o programa SISVAR (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras.

O modelo estatístico adotado para as medidas avaliadas no experimento foi:

$$y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}, \text{ onde:}$$

y_{ij} = valor observado da característica estudada, no tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), no bloco j ($j = 1, 2, 3$)

m = média geral de todas as observações do experimento

t_i = efeito do tratamento i

b_j = efeito do bloco j

e_{ij} = erro associado à observação y_{ij} , ou efeito dos fatores não controlados sobre a observação y_{ij} .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho dos Frangos de Corte

4.1.1 Desempenho dos frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade

Os dados de desempenho de frangos de corte na fase inicial encontram-se na Tabela 2, de acordo com os diferentes tratamentos.

Tabela 2 Desempenho dos frangos de corte, de acordo com os diferentes tratamentos na fase inicial (1 a 21 dias).

Desempenho (1 a 21 dias)	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
Consumo de ração (g)	1290 ^a	1271 ^a	1286 ^a	1245 ^a	1231 ^a	4,61
Ganho de peso (g)	888 ^a	877 ^a	913 ^a	871 ^a	862 ^a	4,98
Conversão alimentar (g/g)	1,45 ^a	1,45 ^a	1,41 ^a	1,43 ^a	1,43 ^a	3,15

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos para as variáveis consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar na fase inicial. Possivelmente pelo fornecimento da ração balanceada, atendendo às exigências nutricionais do período e pelas boas condições sanitárias do ambiente, embora tenha sido feito um desafio aos frangos com ingestão de cama de aviário. Os maiores valores de coeficiente de variação obtido neste período podem ter impedido a detecção de possíveis diferenças entre médias. Nas primeiras semanas foram utilizados pratos para o fornecimento de ração e bebedouros que ficavam dentro das gaiolas, mesmo com o cuidado de quantificar as perdas, algumas vezes estas sobras ficavam umedecidas pela água derramada pelas aves dificultando a separação da ração e fezes.

Os resultados de consumo de ração estão de acordo com aqueles obtidos por BOTSOGLOU et al. (2002), que não encontraram diferença para consumo de ração entre os frangos que receberam os níveis de 50 e 100 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração e o grupo controle. Estes autores não obtiveram diferenças significativas em todas as variáveis de desempenho. TOLEDO et al. (2007) que utilizaram na ração um composto à base de óleo essencial de orégano, canela, eucalipto, artemísia e trevo também não observaram diferença significativa para consumo entre os tratamentos na fase inicial. BARRETO et al. (2008) não observaram diferença significativa para consumo de ração entre os frangos ao receberem 200 ppm de óleo essencial de orégano, cravo, canela, pimenta e antibiótico avilamicina em relação aos frangos do tratamento controle. LARA Y LARA et al. (2010) também não obtiveram diferença para consumo de ração em frangos que receberam extratos vegetais (orégano com manjeriço; orégano com erva-santa e manjeriço com erva-santa). De forma semelhante, ROOFCHAE et al. (2011) testaram níveis de óleo essencial de orégano em rações para frangos (300, 600 e 1200 mg/kg) e não observaram diferença significativa para consumo de

ração entre os tratamentos com orégano e o controle. No entanto, ALÇIÇEK et al. (2003) observaram que as aves que receberam o tratamento com o antibiótico avilamicina obtiveram maior consumo de ração na fase inicial em relação aos tratamentos com mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, murta, casca de laranja, erva-doce e louro)/kg de ração. ERTAS et al. (2005) observaram que as aves que receberam 200 e 400 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, cravo e anis)/kg de ração consumiram mais ração em relação às aves que receberam 100 mg/kg e controle negativo. No período de 14 a 19 dias, OVIEDO-RONDÓN et al. (2006) observaram no experimento em que todos frangos foram infectados por oocistos esporulados de *E. acervulina* e *E. máxima* (exceto o controle negativo não infectado) que os frangos dos tratamentos com antibiótico (bacitracina) e aditivos fitogênicos (orégano, tomilho, canela e pimentão) tiveram maior consumo de ração em relação aos frangos dos tratamentos controle negativo (infectado ou não) e dos tratamentos vacinados ou não contra coccidiose.

Em relação ao ganho de peso, ZHANG et al. (2005) não encontraram diferença significativa na fase inicial, como ocorrido no presente trabalho. Estes autores utilizaram dois produtos comerciais, ambos contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão), e um dos produtos ainda contendo uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), sendo este produto misturado à ração na quantidade de 500 g/ton. O primeiro, contendo apenas os óleos essenciais, foi misturado à ração em quantidade fixa de 100 g/ton, ou de acordo com a fase de criação, em dois tratamentos (100, 75 e 50 g/ton) ou (150, 100 e 75 g/ton). FUKAYAMA et al. (2005) não observaram diferença para ganho de peso entre os tratamentos que foram constituídos de diferentes níveis de extrato de orégano. Estes autores relataram que este resultado pode ter ocorrido devido a falta de desafio proporcionado às aves. Resultado semelhante foi obtido por BARRETO et al. (2008) que também não obtiveram diferença significativa para ganho de peso entre os tratamentos que foram constituídos de óleos essenciais de canela, cravo, orégano e pimenta. LENUTA et al. (2009) avaliaram o efeito no desempenho de frangos que receberam níveis crescentes (300, 500 e 1000 mg/kg) de óleo essencial de orégano e não observaram diferença significativa para ganho de peso na fase inicial em relação ao grupo controle. Contudo, ALÇIÇEK et al. (2003) relataram que houve maior ganho de peso em frangos que receberam mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, murta, casca de laranja, erva-doce e louro)/kg de ração em relação aos grupos controle negativo e positivo (avilamicina). ERTAS et al. (2005) observaram que as aves que receberam 200 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, cravo e anis)/kg de ração ganharam mais peso em relação aos demais níveis (100 e 400 mg/kg de ração) e grupos controle (negativo e avilamicina). LARA Y LARA et al. (2010) também obtiveram maior peso em frangos que receberam mistura de extrato de vegetal de orégano com manjerição em relação às misturas de orégano com erva-santa, manjerição com erva-santa e o controle positivo com flavomicina. BOZKURT et al. (2009) também tiveram diferença para ganho de peso na fase inicial, porém o maior ganho de peso ocorreu nos frangos dos tratamentos que receberam mananoligossacarídeo (MOS) com extrato de lúpulo e extrato de lúpulo mais orégano, em relação ao frangos dos tratamentos controle (negativo e positivo), com MOS e mistura de MOS com orégano. KARIMI et al. (2010) obtiveram maior peso aos 18 dias em aves que receberam antibiótico penicilina em relação às aves que foram alimentadas com diferentes fontes e níveis de orégano. Por outro lado, KIRKPINAR et al. (2011) obtiveram maior ganho de peso em aves do tratamento controle negativo em relação às aves que receberam óleo essencial de orégano, alho e orégano mais alho.

Em relação à conversão alimentar, LEE et al. (2003), que trabalharam com dois princípios ativos de óleos essenciais (timol e cinamaldeído) e mais uma mistura comercial de constituintes de óleos essenciais (timol, eugenol e piperina), não observaram diferença entre

estes e o grupo controle. Os autores atribuem a falta de efeito dos suplementos relacionado à composição da dieta basal, que era composta por ingredientes de alta digestibilidade, ou às condições ambientais que eram boas. LENUTA et al. (2009) avaliaram o efeito no desempenho de frangos que receberam níveis (300, 500 e 1000 mg/kg) de óleo essencial de orégano e também não observaram diferença significativa para conversão alimentar na fase inicial em relação ao grupo controle. ROOFCHAEI et al. (2011) testaram níveis crescentes de óleo essencial de orégano em rações para frangos (300, 600 e 1200 mg/kg) e não observaram diferença significativa para ganho de peso e conversão alimentar entre os tratamentos com orégano e o controle. Por outro lado, ALÇIÇEK et al. (2003) observaram que as aves que receberam 48 e 72 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, murta, casca de laranja, erva-doce e louro)/kg de ração apresentaram melhor conversão alimentar em relação ao controle positivo (avilamicina). ERTAS et al. (2005) também obtiveram melhor conversão alimentar em aves que receberam 200 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, cravo e anis)/kg de ração em relação às aves dos demais níveis (100 e 400 mg/kg de ração), controle negativo e avilamicina. RIZZO et al. (2010) obtiveram melhor conversão alimentar nos frangos que receberam óleos essenciais sintéticos de orégano, canela e óleo-resina do extrato de pimenta e também do controle negativo em relação aos frangos que receberam antibiótico (avilamicina). BOZKURT et al. (2009) no entanto, observaram na fase inicial melhor conversão alimentar dos frangos alimentados com MOS e extratos vegetais (lúpulo, orégano e lúpulo mais orégano) e também dos frangos que receberam avilamicina, em relação ao controle negativo. Por outro lado, KARIMI et al. (2010) obtiveram melhor conversão alimentar no período de 1 a 18 dias em aves que receberam antibiótico penicilina em relação às aves que foram alimentadas com diferentes fontes e níveis de orégano.

Segundo FRANCO et al. (2007), apesar da expectativa de que os aditivos zootécnicos alternativos proporcionem melhorias de desempenho, é preciso ressaltar que o objetivo primário de sua utilização é substituir os antibióticos melhoradores de desempenho, proporcionando desempenho dos frangos de corte similar ao dos frangos de corte alimentados com dietas contendo antibióticos. Lembrando que o animal ao receber uma dieta equilibrada, atendendo a todas suas exigências nutricionais, somado ao ambiente com boas condições sanitárias, terá as condições necessárias para expressar o máximo a sua genética para deposição protéica.

4.1.2 Desempenho dos frangos de corte no período de 22 a 39 dias de idade

Tabela 3 Desempenho dos frangos de corte, de acordo com os diferentes tratamentos na fase de crescimento (22 a 39 dias).

Desempenho (22 a 39 dias)	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
Consumo de ração (g)	2985 ^b	3127 ^a	3169 ^a	3104 ^a	3171 ^a	2,78
Ganho de peso (g)	1692 ^a	1655 ^a	1761 ^a	1750 ^a	1752 ^a	4,79
Conversão alimentar (g/g)	1,77 ^a	1,90 ^b	1,80 ^a	1,78 ^a	1,81 ^a	3,56

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

De acordo com a Tabela 3, na fase de crescimento houve diferença ($P < 0,05$) para consumo de ração entre os tratamentos. As aves do grupo controle negativo tiveram uma redução significativa no consumo de ração. Embora este consumo estivesse dentro dos valores sugeridos pelo manual de criação de frangos de corte da linhagem Cobb 500 (COBB-VANTRESS BRASIL, 2008), isto pode ter ocorrido devido a uma resposta do sistema imunológico ao desafio promovido na fase inicial de fornecimento da cama de aviário misturada à ração. Segundo THOMKE & ELWINGER (1998) as respostas imunes podem levar à liberação de hormônios como peptídeos imunomoduladores, conhecidos como citocinas, que são formados por células mononucleares do sangue. As citocinas são um grupo de diversas proteínas produzidas pelos linfócitos e células relacionadas que têm um número de papéis distintos na regulação do sistema imunológico, bem como hematopoiese (ALEXANDER, 2001). Essas citocinas podem interferir com o eixo hipotálamo-hipófise e influenciar o desempenho animal. Sendo assim, a resposta imune pode ter um efeito depressivo no crescimento e o fator predominante é a diminuição do consumo.

O maior consumo dos frangos dos tratamentos com inclusão do óleo essencial de orégano pode ser justificado por estes aditivos aumentarem a palatabilidade da ração (PARRADO et al., 2006). Por outro lado, WINDISCH et al. (2008), advertem que embora os aditivos fitogênicos sejam considerados como estimulantes da palatabilidade, mais estudos precisam ser realizados para comprovar tal fato. Este resultado está de acordo com WALDENSTEDT (2003) que observou maior consumo de ração de frangos de corte que receberam 330 g de um produto à base de óleo essencial de orégano por tonelada de ração. Este autor realça a importância do alto consumo de ração nas fases iniciais para o desenvolvimento dos frangos. OVIEDO-RONDÓN et al. (2006), também observaram na fase de crescimento que o tratamento contendo uma mistura comercial de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão) proporcionou maior consumo de ração em frangos infectados e vacinados contra coccidiose. BOZKURT et al. (2009) no período de 22 a 42 dias observaram menor consumo nas aves do controle negativo em relação aos demais tratamentos com antibiótico (avilamicina), MOS e extratos vegetais (orégano ou lúpulo) combinados com MOS. Em concordância com os demais trabalhos, KIRKPINAR et al. (2011) observaram que frangos alimentados com dietas contendo os óleos essenciais de orégano, alho e orégano mais alho tiveram um maior consumo de ração, na fase de crescimento, em relação aos frangos do tratamento controle. TSINAS et al. (2011) também observaram menor consumo de ração, na fase de crescimento, em frangos do grupo controle infectados por *E. acervulina* e *E. máxima* em relação aos frangos do grupo controle não infectados, infectados que receberam o antibiótico salinomocina e os frangos infectados e que receberam 300 e 600 mg/kg de ração de um produto comercial à base de óleo essencial de orégano. Por outro lado, TOLEDO et al. (2007) não encontraram diferença significativa para consumo de ração no período de 1 a 35 dias em frangos que receberam na ração um composto à base de orégano, canela, eucalipto, artemísia e trevo em relação aos tratamentos controle. ROOFCHAEI et al. (2011) também não obtiveram diferença significativa para consumo de ração entre os tratamentos com orégano (300, 600 e 1200 mg/kg) e o controle em frangos de corte no período de 22 a 42 dias.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para ganho de peso (Tabela 3), apesar dos frangos do tratamento controle negativo terem consumido menor quantidade de ração (186 g). Este resultado está de acordo com CROSS et al. (2007) que aos 28 dias observaram em frangos alimentados com rações contendo extrato ou óleo essencial de orégano, ganho de peso semelhante aos frangos do tratamento controle. BOZKURT et al. (2009) também não encontraram diferença no ganho de peso entre os tratamentos controle (negativo e positivo) e diferentes combinações de extratos vegetais (orégano ou lúpulo) com

MOS na fase de crescimento. CALISLAR et al. (2009) também não obtiveram diferença no ganho de peso entre os tratamentos ao utilizarem 300, 500 e 700 ppm do produto comercial à base de óleo essencial de orégano. No entanto, OVIEDO-RONDÓN et al. (2006) encontraram maior ganho de peso em aves infectadas por oocistos esporulados de *E. acervulina* e *E. maxima* e vacinadas contra estes coccídeos e que receberam dois produtos contendo óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão) em relação aos grupos controle. ROOFCHAE et al. (2011) testaram níveis de óleo essencial de orégano em rações para frangos (300, 600 e 1200 mg/kg) e obtiveram maior ganho de peso, no período de 22 a 42 dias, em frangos que receberam 600 mg de óleo essencial por kg de ração em relação aos frangos do grupo controle. TSINAS et al. (2011) observaram em frangos de corte infectados ou não por *E. acervulina* e *E. máxima*, no período de 0 a 28 dias, maior ganho de peso em frangos infectados e que receberam 300 e 600 mg/kg de ração de um produto comercial à base de óleo essencial de orégano em relação ao grupo controle infectado.

A pior conversão alimentar ($P < 0,05$) foi observada nas aves que receberam o tratamento com o antibiótico (Tabela 3). Estas aves do controle positivo apresentaram consumo de ração que não diferiu estatisticamente das aves que receberam os três níveis de óleo essencial de orégano, porém a conversão em ganho de peso foi pior. Este resultado está de acordo com OVIEDO-RONDÓN et al. (2006), que obtiveram a pior conversão alimentar em aves do grupo controle positivo (antibiótico + coccidiostático) em relação às aves que receberam óleos essenciais e foram vacinadas contra coccidiose (todas as aves do experimento foram infectadas por oocistos esporulados de *E. acervulina* e *E. máxima*). ROOFCHAE et al. (2011) testaram níveis de óleo essencial de orégano em rações para frangos (300, 600 e 1200 mg/kg) e obtiveram melhor conversão alimentar, no período de crescimento, em frangos que receberam 600 e 1200 mg de óleo essencial por kg de ração em relação aos frangos do grupo controle. HERNÁNDEZ et al. (2004), TOLEDO et al. (2007) e KIRKPINAR et al. (2011), no entanto, não encontraram diferença para conversão alimentar entre os tratamentos controle e os demais tratamentos contendo óleos essenciais e extratos vegetais incluindo orégano.

4.1.3 Desempenho dos frangos de corte no período de 1 a 39 dias de idade

Tabela 4 Desempenho dos frangos de corte, de acordo com os diferentes tratamentos no período de 1 a 39 dias.

Desempenho (1 a 39 dias)	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
Consumo de ração (g)	4275 ^b	4397 ^{ab}	4454 ^a	4349 ^{ab}	4402 ^{ab}	2,21
Ganho de peso (g)	2579 ^a	2531 ^a	2675 ^a	2620 ^a	2614 ^a	3,83
Conversão alimentar (g/g)	1,66 ^a	1,74 ^b	1,66 ^a	1,66 ^a	1,69 ^a	2,53

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

Houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para consumo de ração no período de 1 a 39 dias (Tabela 4). As aves que receberam o tratamento com 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração tiveram maior consumo de ração em relação às aves do controle

negativo ($P < 0,05$). As aves dos demais tratamentos não apresentaram consumo de ração significativamente diferente das aves que receberam o tratamento com 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração nem das aves do controle negativo. Este resultado de consumo no período total pode ter sido reflexo da fase de crescimento, já que na fase inicial não houve diferença significativa para consumo de ração. WALDENSTEDT (2003) também observaram maior consumo de ração nas aves que receberam 330 g de produto à base de óleo essencial de orégano. Semelhantemente, BOZKURT et al. (2009) observaram menor consumo de ração do tratamento controle no experimento com dietas contendo MOS com ou sem extratos vegetais de orégano ou lúpulo. Os mesmos autores justificam o alto consumo dos demais tratamentos em relação ao controle, devido à estimulação provocada pelos aditivos. No entanto, FUKAYAMA et al. (2005), TOLEDO et al. (2007) e BARRETO et al. (2008), KIRKPINAR et al. (2011) e ROOFCHAE et al. (2011) não observaram diferença para consumo de ração entre os tratamentos contendo até 1,2 g de orégano/kg de ração.

Em relação ao ganho de peso, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos. O resultado encontrado é satisfatório visto que a inclusão dos três níveis de óleo essencial de orégano não afetou a saúde das aves, não havendo perda de peso em relação às aves dos grupos controle, podendo ser usado na ração em substituição ao antibiótico. FUKAYAMA et al. (2005) de forma semelhante, não encontraram diferença significativa para ganho de peso em frangos suplementados com níveis crescentes de extrato de orégano. ROOFCHAE et al. (2011) também não obtiveram diferença significativa para ganho de peso no período total entre os tratamentos com orégano (300, 600 e 1200 mg/kg) e o controle em frangos de corte. MOUNTZOURIS et al. (2011) da mesma forma não observaram diferença significativa para ganho de peso em frangos que receberam níveis crescentes (80, 125 e 250 mg/kg de ração) de mistura de óleos essenciais de orégano, anis e laranja em relação ao controle positivo. Por outro lado, ALÇIÇEK et al. (2003) aos 42 dias, observaram maior ganho de peso em aves que receberam 48 e 72 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, murta, casca de laranja, erva-doce e louro)/kg de ração em relação aos demais tratamentos (24 mg/kg da mistura de óleos essenciais, antibiótico avilamicina e controle negativo). BOZKURT et al. (2009) também obtiveram maior ganho de peso dos frangos que receberam os tratamentos contendo extratos vegetais (orégano ou lúpulo) com MOS, porém, apenas em relação ao controle negativo, pois os frangos que receberam o antibiótico avilamicina ganharam mais peso. GIANNENAS et al. (2003) no entanto, utilizando aves infectadas ou não por *Eimeria tenella* observaram no período de crescimento e total, que as aves infectadas e alimentadas com rações contendo o antimicrobiano lasalocida obtiveram maior ganho de peso em relação às aves que receberam 300 mg de óleo essencial de orégano/kg de ração, estas porém, ganharam mais peso do que as aves infectadas e que não receberam aditivos zootécnicos. TRAESEL et al. (2010) no período de 1 a 42 dias, observaram que frangos do tratamento com 100 mg/kg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, alecrim e pimenta) e controle positivo ganharam mais peso em relação ao controle negativo. ELEIWA et al. (2011) utilizando frangos não infectados por *E. coli*, frangos infectados e não tratados, infectados e tratados com um produto comercial à base de óleo essencial de orégano, infectados e tratados com enrofloxacina ou infectados e tratados com orégano mais enrofloxacina, também observaram que os frangos tratados com orégano mais o controle positivo (enrofloxacina) obtiveram maior ganho de peso em relação aos outros tratamentos. TSINAS et al. (2011) no período total de 0 a 35 dias observaram menor ganho de peso apenas nos frangos do grupo controle infectados por *E. acervulina* e *E. máxima*, em relação aos frangos dos demais tratamentos (controle não infectados, infectados que receberam o antibiótico salinomocina e os infectados que receberam 300 e 600 mg/kg de ração de um produto comercial à base de óleo essencial de orégano).

Ao final do período de 1 a 39 dias a conversão alimentar dos frangos foi significativamente diferente ($P < 0,05$) entre os tratamentos. A pior conversão alimentar foi observada nas aves do tratamento controle positivo ($P < 0,05$), não havendo diferença entre os demais tratamentos. Durante a fase inicial foi realizado o desafio nas aves com a ingestão de cama misturada à ração, somado a isso, para aumentar o desafio, durante todo período de criação, os comedouros e bebedouros eram limpos mais espaçadamente, assim, as aves poderiam ter um maior contato com microrganismos presentes no ambiente e assim, ser evidenciado o efeito antimicrobiano do óleo essencial de orégano oferecido às aves. A conversão alimentar das aves que receberam os três níveis de óleo essencial de orégano não foi significativamente diferente das aves do controle negativo, sendo um bom resultado, pois a inclusão do óleo essencial manteve o desempenho, o que não ocorreu com as aves do controle positivo. Resultado semelhante a este foram obtidos por ALÇIÇEK et al. (2003) que observaram em aves que receberam 48 e 72 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, murta, casca de laranja, erva-doce e louro)/kg de ração melhor conversão alimentar em relação aos controles negativo e positivo (avilamicina). ERTAS et al. (2005) também obtiveram melhor conversão alimentar em aves que receberam 200 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, cravo e anis)/kg de ração em relação aos demais níveis (100 e 400 mg/kg de ração) e grupos controle (negativo e avilamicina). CALISLAR et al. (2009) obtiveram melhor conversão alimentar em aves que receberam óleo essencial de orégano (300, 500 e 700 ppm) em relação ao grupo controle. LENUTA et al. (2009) observaram que os frangos que receberam 1% de óleo essencial de orégano tiveram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar aos 42 dias em relação aos frangos que receberam 0,3 e 0,5% e o grupo controle. ROOFCHAE et al. (2011) testaram níveis de óleo essencial de orégano em rações para frangos (300, 600 e 1200 mg/kg) e obtiveram melhor conversão alimentar, no período de 1 a 42 dias, em frangos que receberam 600 e 1200 mg de óleo essencial por kg de ração em relação aos frangos que receberam 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração e grupo controle. TSINAS et al. (2011) observaram melhor conversão alimentar em frangos infectados por *E. acervulina* e *E. máxima* que receberam o antibiótico salinomina, 300 e 600 mg/kg de ração de um produto comercial à base de óleo essencial de orégano em relação aos grupos controle infectado e não infectado. ELEIWA et al. (2011) utilizando frangos não infectados por *E. coli*, frangos infectados e não tratados, infectados e tratados com um produto comercial à base de óleo essencial de orégano, infectados e tratados com enrofloxacina ou infectados e tratados com orégano mais enrofloxacina, também observaram que os frangos tratados com orégano obtiveram melhor conversão alimentar em relação aos outros tratamentos, porém não diferiu significativamente dos frangos que receberam orégano mais o controle positivo (enrofloxacina). LEE et al. (2003), TOLEDO et al. (2007), BARRETO et al. (2008) e KIRKPINAR et al. (2011) por outro lado, não encontraram diferença para conversão alimentar em frangos que receberam óleos essenciais contendo orégano.

Devido às aves de cada um dos três tratamentos em que foram testados os níveis de óleo essencial de orégano apresentarem desempenho similar aos grupos controle, há segurança ao se fornecer este aditivo zootécnico fitogênico sem prejuízo ao desempenho destes animais.

4.2 Características de Carcaça

Os dados para análise dos componentes de carcaça estão inseridos na Tabela 5.

Tabela 5 Característica de carcaça de acordo com os diferentes tratamentos aos 40 dias de idade.

Características de carcaça	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
Peso absoluto (g)						
Peso vivo	2538 ^b	2518 ^b	2736 ^a	2637 ^{ab}	2664 ^a	4,68
Carcaça	1759 ^{bc}	1730 ^c	1919 ^a	1836 ^{ab}	1866 ^a	5,46
Peito	653 ^b	663 ^b	735 ^a	699 ^{ab}	714 ^a	7,38
Coxa	266 ^{ab}	250 ^b	285 ^a	278 ^a	279 ^a	7,38
Sobrecoxa	299 ^a	290 ^a	317 ^a	306 ^a	302 ^a	8,92
Asa	197 ^a	202 ^a	206 ^a	208 ^a	207 ^a	6,78
Dorso	345 ^{bc}	327 ^c	378 ^a	345 ^{bc}	364 ^{ab}	7,86
Gordura abdominal	19,47 ^a	19,54 ^a	26,34 ^{ab}	26,15 ^{ab}	30,31 ^b	31,74
Rendimento (%)						
Carcaça	69,27 ^{ab}	68,72 ^b	70,16 ^a	69,59 ^{ab}	70,01 ^{ab}	1,79
Peito	37,18 ^a	38,30 ^a	38,28 ^a	38,02 ^a	38,25 ^a	4,87
Coxa	15,14 ^a	14,45 ^a	14,84 ^a	15,15 ^a	14,96 ^a	5,46
Sobrecoxa	16,98 ^a	16,78 ^a	16,50 ^a	16,64 ^a	16,19 ^a	6,00
Asa	11,18 ^{ab}	11,67 ^a	10,73 ^b	11,35 ^{ab}	11,12 ^{ab}	5,91
Dorso	19,58 ^a	18,90 ^a	19,70 ^a	18,83 ^a	19,52 ^a	5,88
Peso relativo (%)						
Gordura abdominal (%)	1,10 ^a	1,13 ^a	1,37 ^{ab}	1,43 ^{ab}	1,63 ^b	32,07

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

Observa-se na Tabela 5 que as aves que receberam os tratamentos com 300 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração apresentaram maior ($P < 0,05$) peso vivo, peso de carcaça e de peito aos 40 dias em relação aos frangos dos tratamentos controle (negativo e positivo). Os frangos do tratamento com 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração não apresentaram diferenças significativas para estes parâmetros em relação aos frangos dos tratamentos controle nem dos frangos que receberam 300 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração. Este resultado obtido é interessante porque embora não tenha ocorrido diferença significativa para ganho de peso em todas as fases, inclusive no período total, houve diferença para peso vivo após jejum, com maior peso para as aves que receberam o óleo essencial de orégano. WALDENSTEDT (2003) observou maior peso vivo aos 48 dias de frangos de corte que receberam 330 g de um produto à base de óleo essencial de orégano por tonelada de ração. Por outro lado, BOZKURT et al. (2009) não observaram diferença estatística para peso vivo após jejum de frangos dos tratamentos controle (negativo e positivo) e diferentes combinações de extratos vegetais (orégano ou lúpulo) combinados com MOS.

Outra vantagem no presente experimento foi o maior peso de carcaça dos frangos dos tratamentos com óleo essencial de orégano (Tabela 5), visto que o consumidor tem interesse por frangos mais pesados. No entanto, TEKELİ et al. (2006) estudando a suplementação de plantas medicinais na ração de frangos de corte, não encontraram diferença significativa para peso de carcaça entre os frangos que receberam 120 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração e os demais óleos essenciais em relação ao controle negativo e o tratamento que recebeu o antibiótico flavomicina. ERDOGAN et al. (2010) também não obtiveram diferença significativa para peso de carcaça em frangos que receberam dietas com simbiótico, aditivo fitogênico (limoneno, anetol, carvacrol e timol), simbiótico com aditivo fitogênico e o grupo controle. LARA Y LARA et al. (2010) não encontraram diferença significativa para peso de carcaça de frangos dos tratamentos com extratos vegetais (orégano com manjeriço e manjeriço com erva-santa) e o controle positivo com flavomicina, exceto os frangos do tratamento com extrato de orégano com erva-santa, que tiveram menor peso de carcaça em relação aos demais tratamentos. No entanto, estes autores obtiveram menor peso de peito em frangos que receberam extrato de orégano com erva-santa em relação aos demais tratamentos.

Na tabela 5 podemos observar que o peso de coxa das aves foi maior ($P < 0,05$) nos frangos dos tratamentos com 300, 600 e 900 mg de óleo essencial por kg de ração, em relação aos frangos do tratamento controle positivo. Os frangos do tratamento controle negativo apresentaram valores de peso de coxa que não diferiram ($P > 0,05$) dos frangos do controle positivo nem dos frangos dos tratamentos com óleo essencial de orégano. Os pesos de sobrecoxa e asa não foram significativamente diferentes. Já o peso de dorso foi maior em frangos do tratamento com 300 mg de óleo essencial de orégano/kg de ração em relação ao controle positivo. Também é um resultado interessante porque o consumidor é exigente quanto à qualidade do produto vendido e nos últimos anos houve aumento nas vendas de cortes de frangos. Resultado semelhante em relação ao peso de coxa e asa foi obtido por TEIXEIRA (2009), que não obteve diferença significativa no peso de asa e obteve maior peso de coxa e sobrecoxa em aves que foram alimentadas com rações contendo níveis crescentes de óleo essencial de erva-doce (0,004, 0,008, 0,016, 0,032 e 0,064%) em relação às aves do tratamento controle negativo. Por outro lado, LARA Y LARA et al. (2010) não encontraram diferença significativa para peso de coxa e sobrecoxa de frangos dos tratamentos com extratos vegetais (orégano com manjeriço; orégano com erva-santa e manjeriço com erva-santa) e o controle positivo com flavomicina.

Na Tabela 5 podemos observar que as aves que receberam 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração tiveram maior rendimento de carcaça ($P < 0,05$) em relação às aves do controle positivo. As aves que receberam os tratamentos controle negativo, 600 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração apresentaram rendimento de carcaça que não diferiu ($P > 0,05$) das aves do controle positivo e também das aves do tratamento com 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração. O menor valor de rendimento de carcaça foi observado no tratamento controle positivo ($P < 0,05$). O fato dos frangos que receberam 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração terem alcançado maior rendimento de carcaça é vantajoso para o produtor, pois com menor gasto com aditivo fitogênico pode-se obter maior rendimento de carcaça. ALÇIÇEK et al. (2003) também observaram o aumento significativo do rendimento de carcaça em frangos que foram suplementados com 48 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, murta, casca de laranja, erva-doce e louro)/kg de ração em relação aos frangos que receberam 24 ou 72 mg destes óleos essenciais/kg e os controles negativo e positivo. Posteriormente, ALÇIÇEK et al. (2004) sem utilizarem o controle positivo, testaram o mesmo nível de 48 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, murta, casca de laranja, erva-doce e louro)/kg de ração em frangos e obtiveram maior

rendimento de carcaça em relação aos frangos que receberam 36 mg/kg, controle negativo, suplementados com 2,5 g de ácido orgânico/kg e 1 g de probiótico/kg. No entanto, estes dados diferem dos obtidos por FUKAYAMA et al. (2005), que não encontraram diferença significativa para rendimento de carcaça entre os tratamentos com níveis crescentes de extrato de orégano (0,025, 0,050, 0,075 e 0,100%) em relação aos tratamentos controle negativo e positivo. TEKELİ et al. (2006) estudando a suplementação de plantas medicinais na ração de frangos de corte, não encontraram diferença significativa para rendimento de carcaça entre os frangos que receberam 120 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração e os demais óleos essenciais em relação ao controle negativo e o tratamento que recebeu o antibiótico flavomicina. BOZKURT et al. (2009) não obtiveram diferença significativa para rendimento de carcaça em frangos que receberam dietas sem antimicrobianos (controle negativo), com antibiótico (avilamicina), MOS e extratos vegetais (orégano ou lúpulo) combinados com MOS. CALISLAR et al. (2009) também não obtiveram diferença de rendimento de carcaça em frangos ao utilizarem 300, 500 e 700 ppm do produto comercial à base de óleo essencial de orégano. Da mesma forma, LARA Y LARA et al. (2010) não encontraram diferença significativa para rendimento de carcaça de frangos dos tratamentos com extratos vegetais (orégano com manjeriço; orégano com erva-santa e manjeriço com erva-santa) e o controle positivo com flavomicina. Por outro lado, ZHANG et al. (2005) ao utilizarem dois produtos comerciais, ambos contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão), e um dos produtos ainda contendo uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), observaram que os frangos do tratamento com antibiótico tiveram maior rendimento de carcaça em relação aos demais tratamentos.

As médias de rendimento de peito, coxa, sobrecoxa e dorso (Tabela 5) não foram significativamente diferentes ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por FUKAYAMA et al. (2005) que não observaram diferença significativa para rendimento de peito entre os tratamentos com níveis crescentes de extrato de orégano (0,025, 0,050, 0,075 e 0,100%) em relação aos tratamentos controle negativo e positivo. RIZZO et al. (2010) também não observaram diferenças para rendimento de peito, perna e dorso ao utilizarem três tratamentos com extratos vegetais (1.000 ppm do produto microencapsulado contendo 20% da mistura de extratos de cravo, tomilho, canela e pimenta; 100 ppm do produto comercial composto de óleos essenciais sintéticos de orégano, canela e óleo-resina do extrato de pimenta; 500 e 1200 ppm na fase inicial e nas fases de crescimento e final, respectivamente, do produto comercial constituído de óleo de eucalipto, óleo essencial de canela-da-china, folhas de boldo-do-chile e sementes de feno-grego). Por outro lado, JAMROZ et al. (2005) observaram maior rendimento de peito em frangos que receberam dietas à base de trigo e cevada e com inclusão de 100 mg de extrato vegetal/kg de ração contendo cinamaldeído, carvacrol e capsaicina em relação aos frangos que receberam dietas à base de milho e com inclusão do mesmo extrato vegetal. Em relação ao rendimento de perna, ZHANG et al. (2005) encontraram maior rendimento em frangos alimentados com dietas incluindo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão) em quantidades que variaram de acordo com a fase de criação e um outro tratamento com esta mistura de óleos essenciais incluindo ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico). LIHUA et al. (2007) obtiveram maior rendimento de peito e perna em frangos alimentados com diferentes níveis de óleo essencial de orégano (75, 100, 125 e 150 mg/kg de ração) em relação ao tratamento controle. Estudando a inclusão de óleos essenciais em rações de frangos de corte, NAJAFI & TORKI (2010) encontraram maior rendimento de coxa em frangos que receberam 200 mg de óleo essencial de canela/kg em relação aos frangos que receberam óleo essencial de tomilho, o qual pertence à família do orégano.

Pode ser observado na Tabela 5 que o tratamento controle positivo foi o que apresentou maior rendimento de asa ($P < 0,05$). Este resultado difere do encontrado por ZHANG et al. (2005), os quais não verificaram diferença ($P > 0,05$) no rendimento de asa de frangos entre os tratamentos contendo mistura de óleos essenciais com orégano e óleos essenciais mais ácidos orgânicos e os tratamentos controle negativo e positivo. RIZZO et al. (2010) também não obtiveram efeito significativo para rendimento de asa em frangos ao utilizarem três tratamentos com extratos vegetais, um deles contendo óleo essencial de orégano.

Em relação aos pesos absolutos e relativos de gordura abdominal (Tabela 5), os frangos que receberam 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração apresentaram maior peso ($P < 0,05$) em relação aos frangos dos controles negativo e positivo. Os frangos que receberam 300 e 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração tiveram acúmulo de gordura abdominal que não diferiu dos frangos dos tratamentos controle nem dos frangos que receberam 900 mg de óleo essencial de orégano/kg. A deposição de gordura abdominal é uma característica desfavorável, uma vez que existe uma correlação alta e positiva entre deposição de gordura abdominal e de gordura na carcaça, o que deprecia a carcaça. Estes resultados encontrados no presente experimento não estão de acordo com ALÇIÇEK et al. (2004), que não observaram diferença de peso relativo de gordura abdominal em frangos do controle negativo ou que receberam 36 e 48 mg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, murta, casca de laranja, erva-doce e louro)/kg de ração, 2,5 g de ácido orgânico/kg e 1 g de probiótico/kg. Semelhantemente, FUKAYAMA et al. (2005) não observaram diferença de peso relativo de gordura abdominal em frangos que receberam níveis crescentes de extrato de orégano (0,025, 0,050, 0,075 e 0,100%). JAMROZ et al. (2005) não observaram diferença para peso relativo de gordura abdominal em frangos que receberam dietas à base de trigo e cevada e com inclusão de 100 mg de extrato vegetal/kg de ração contendo cinamaldeído, carvacrol e capsaicina em relação aos frangos que receberam dietas à base de milho e com inclusão do mesmo extrato vegetal. No entanto, estes autores observaram que houve maior atividade da lipase no pâncreas e intestino de frangos suplementados com cinamaldeído, carvacrol e capsaicina. TEKELİ et al. (2006) estudando a suplementação de plantas medicinais na ração de frangos de corte, não encontraram diferenças significativas para peso absoluto e relativo de gordura abdominal entre os frangos que receberam 120 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração e os demais óleos essenciais em relação ao controle negativo e o tratamento que recebeu o antibiótico flavomicina. BOZKURT et al. (2009) também não obtiveram diferença de peso relativo de gordura abdominal de frangos que receberam diferentes aditivos zootécnicos, entre eles uma combinação de extrato de orégano e MOS. CALISLAR et al. (2009) também não obtiveram diferença de peso relativo de gordura abdominal de frangos ao utilizarem 300, 500 e 700 ppm do produto comercial à base de óleo essencial de orégano. Em concordância com os demais trabalhos, RIZZO et al. (2010) não observaram diferença de peso relativo de gordura abdominal em frangos ao utilizarem três tratamentos com extratos vegetais, um deles contendo óleo essencial de orégano.

Por outro lado, LIHUA et al. (2007) observaram que frangos alimentados com diferentes níveis de óleo essencial de orégano (75, 100, 125 e 150 mg/kg de ração) apresentaram menor peso relativo de gordura abdominal em relação aos frangos do grupo controle. LILLEHOJ et al. (2010) observaram em frangos, que o tratamento com o principal constituinte do orégano, carvacrol, estimulou o metabolismo lipídico. Estes autores concluíram que o carvacrol regulou a via de metabolismo lipídico, metabolismo do ácido linoléico e o metabolismo andrógeno e estrógeno. Em um estudo molecular e celular de genes provenientes de linfócitos intra-epiteliais do intestino de frangos, KIM et al. (2010) também

concluíram que o carvacrol pode atuar na expressão gênica do metabolismo lipídico, exercendo atividade moduladora. Em um estudo recente, no qual ratos foram alimentados com dietas com alto teor de gordura, foi demonstrado que o carvacrol pode prevenir a obesidade pela modulação de genes de expressão envolvidos com a adipogênese e inflamação (CHO et al., no prelo). Esse estímulo no metabolismo lipídico não parece ter sido confirmado no presente estudo, pois houve acúmulo de gordura abdominal nos frangos que receberam o óleo essencial de orégano.

Os resultados para pesos absolutos e relativos de vísceras encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 Médias de pesos absolutos e relativos de vísceras de acordo com os diferentes tratamentos aos 40 dias de idade.

Pesos absolutos e relativos de vísceras	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
Peso absoluto (g)						
Fígado	43,85 ^a	45,26 ^a	46,5 ^a	44,18 ^a	48,66 ^a	14,15
Moela	31,65 ^a	32,52 ^a	31,93 ^a	33,09 ^a	33,98 ^a	11,86
Coração	12,75 ^a	12,81 ^a	13,29 ^a	12,31 ^a	13,69 ^a	12,16
Bursa	2,20 ^a	1,89 ^a	1,85 ^a	1,75 ^a	1,88 ^a	25,42
Baço	3,22 ^a	3,34 ^a	3,38 ^a	3,16 ^a	3,07 ^a	27,78
Peso relativo (%)						
Fígado	2,50 ^a	2,62 ^a	2,43 ^a	2,41 ^a	2,62 ^a	15,6
Moela	1,80 ^a	1,88 ^a	1,67 ^a	1,81 ^a	1,83 ^a	13,09
Coração	0,73 ^a	0,74 ^a	0,69 ^a	0,67 ^a	0,74 ^a	13,71
Bursa	0,13 ^a	0,11 ^a	0,10 ^a	0,10 ^a	0,10 ^a	26,03
Baço	0,18 ^a	0,19 ^a	0,18 ^a	0,17 ^a	0,16 ^a	27,82

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

Observando os dados apresentados na Tabela 6 pode-se constatar que não houve efeito ($P > 0,05$) dos diferentes tratamentos sobre os pesos absolutos e relativos dos órgãos analisados, mostrando que a adição de óleo essencial de orégano na dieta de frangos de corte não resulta em problemas aparentes no desenvolvimento desses importantes órgãos.

Resultados semelhantes ao presente estudo foram obtidos por LEE et al. (2003) e (2003b), os quais não encontraram diferença significativa para peso relativo de fígado de frangos entre os tratamentos controle e com princípios ativos de óleos essenciais (carvacrol, timol, cinamaldeído, eugenol e piperina). HERNÁNDEZ et al. (2004) também não encontraram diferenças significativas no peso relativo de fígado e moela entre os tratamentos controle, antimicrobiano (avilamicina), óleos essenciais (orégano, canela e pimenta) e extratos vegetais (tomilho, alecrim e sálvia). JAMROZ et al. (2005) não observaram diferença para peso relativo de fígado e moela em frangos que receberam dietas à base de trigo e cevada e com inclusão de 100 mg de extrato vegetal/kg de ração contendo cinamaldeído, carvacrol e

capsaicina em relação aos frangos que receberam dietas à base de milho e com inclusão do mesmo extrato vegetal. Resultado semelhante foi obtido por JANG et al. (2007), não havendo diferença significativa para peso relativo de fígado em frangos que receberam os tratamentos controle (negativo e positivo) e com 25 ou 50 mg de uma mistura comercial com componentes de óleos essenciais (timol, eugenol e piperina)/kg de ração. TEKELİ et al. (2006) não encontraram diferenças significativas para peso relativo de fígado e moela entre os frangos que receberam 120 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração e os demais óleos essenciais em relação ao controle negativo e o tratamento que recebeu o antibiótico flavomicina. Em codornas japonesas, CETINGUL et al. (2007) não encontraram diferença significativa para peso relativo de fígado entre as codornas que receberam até 5% de orégano. BOZKURT et al. (2009) também não encontraram diferença significativa para peso relativo de fígado entre os tratamentos controle e extratos vegetais incluindo orégano. CALISLAR et al. (2009), semelhantemente, não obtiveram diferença para peso relativo de fígado e moela em frangos ao utilizarem 300, 500 e 700 ppm do produto comercial à base de óleo essencial de orégano. AKYUREK & YEL (2011) não observaram diferenças significativas nos pesos relativos de moela, coração e fígado de frangos de corte alimentados com dietas contendo os princípios ativos do orégano, timol e carvacrol, em relação aos frangos do tratamento controle. Por outro lado, BARRETO et al. (2008) observaram que os frangos do tratamento com óleo essencial de pimenta apresentaram menor peso relativo de fígado em relação aos frangos do controle negativo.

Não houve diferença significativa para peso absoluto e relativo de bursa e baço entre os diferentes tratamentos ($P>0,05$). Estes resultados estão de acordo com FUKAYAMA et al. (2005) que não obtiveram diferença significativa para peso relativo de baço e bursa em frangos que receberam níveis crescentes de extrato de orégano (0,025, 0,050, 0,075 e 0,100%). BARRETO et al. (2008) ao pesquisarem óleos essenciais de orégano, cravo, canela e pimenta em dietas de frangos de corte, não obtiveram efeito significativo para peso relativo de baço. BOZKURT et al. (2009) não obtiveram diferença significativa para peso relativo de bursa em aves que receberam dietas contendo antibiótico avilamicina, extratos vegetais (orégano ou lúpulo) com MOS ou o grupo controle. Da mesma forma, TOGHYANI et al. (2010c) não encontraram diferenças significativas nos pesos relativos de bursa de Fabrícus e baço entre os frangos dos tratamentos controle negativo e positivo e dois níveis (0,5 e 1 g/kg de ração) de extrato de orégano. AKYUREK & YEL (2011) não observaram diferença significativa no peso relativo de bursa de Fabrícus de frangos de corte alimentados com dietas contendo os princípios ativos do orégano, timol e carvacrol, em relação aos frangos do tratamento controle. No entanto, TOGHYANI et al. (2010b) testando aves alimentadas com rações contendo *Nigella sativa* ou *Mentha piperita*, obtiveram maior peso de bursa com a inclusão de 4 g/kg de *Nigella sativa* e maior peso de baço com 2 g/kg de *Mentha piperita*.

Segundo MAIORKA et al. (2006), a bursa de Fabrícus e o timo são os principais órgãos imune das aves. É na bursa de Fabrícus onde ocorre a maturação dos linfócitos B e produção de anticorpos. Este órgão se encontra estrategicamente localizado na parte final do trato gastrointestinal, permitindo o contato entre células do sistema imunológico e antígenos presentes na dieta (SHARMA, 1998). Quanto maior a carga microbiana, mais ativo o sistema imune se torna (THOMKE & ELWINGER, 1998).

4.3 Composição Química e Perda de Peso por Cozimento (PPC)

Os resultados da composição química e perda de peso por cozimento (PPC) da carne de peito de frangos, de acordo com os diferentes tratamentos, encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 Médias da composição química e perda de peso por cozimento (PPC) da carne de peito de frangos de corte, de acordo com os diferentes tratamentos.

Composição química e PPC (%)	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
Matéria seca	25,09 ^a	25,16 ^a	25,13 ^a	25,6 ^a	24,93 ^a	2,61
Proteína bruta	23,87 ^a	24,20 ^a	23,27 ^a	24,18 ^a	23,43 ^a	3,08
Extrato etéreo	1,67 ^b	1,10 ^a	1,26 ^{ab}	1,70 ^b	1,40 ^{ab}	21,51
Cinzas	1,26 ^a	1,28 ^a	1,13 ^b	1,21 ^a	1,08 ^b	5,19
PPC	14,90 ^a	13,99 ^a	18,15 ^a	14,12 ^a	14,19 ^a	24,07

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

Observa-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos para matéria seca e proteína bruta da carne de peito, indicando que a inclusão de óleo essencial de orégano não interferiu nestes parâmetros bromatológicos. A importância do teor de proteína bruta na carne é devido o seu valor biológico, o que acarreta em característica positiva para a proteína de origem animal em relação à vegetal.

Os frangos do controle positivo apresentaram o menor nível de extrato etéreo na carne de peito ($P < 0,05$) em relação aos frangos do controle negativo e do tratamento que recebeu 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração. Os tratamentos controle negativo e com 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração apresentaram os maiores níveis ($P < 0,05$), sendo que os tratamentos com 300 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração apresentaram valores que não diferiram estatisticamente dos frangos do controle positivo nem dos frangos do controle negativo e dos que receberam 600 mg de óleo essencial por kg de ração. A redução no teor de lipídeos da carne de peito é interessante visto que os consumidores atuais procuram um produto de qualidade e que propicie benefícios à saúde. Por outro lado, os lipídeos contribuem para a suculência, firmeza e sabor da carne.

Os tratamentos com 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração, controle negativo e positivo, apresentaram os valores mais altos ($P < 0,05$) de cinzas na carne de peito. A carne possui quase todos os minerais de importância para a nutrição humana. O fósforo e o potássio são os mais importantes se tratando de quantidade. A carne também é uma boa fonte de oligoelementos como zinco e ferro. A importância da carne como fonte de ferro não se baseia somente no elevado teor, e sim porque o ferro proveniente da carne possui uma melhor biodisponibilidade que os alimentos vegetais.

KIM et al. (2009) também não encontraram diferença significativa na porcentagem de matéria seca e cinzas de frangos alimentados com rações contendo 2 e 4% de bulbo ou casca de alho. Em relação à proteína bruta estes autores relataram que os frangos que receberam os dois níveis e partes de alho tiveram maior porcentagem de proteína bruta na carne de peito e menor porcentagem de extrato etéreo em relação ao grupo controle.

Para o dado de PPC (Tabela 5) não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$). Em um estudo utilizando óleo essencial de orégano em dietas de suínos, SIMITZIS et al. (2010) também não encontraram diferença significativa de PPC entre os tratamentos. ABDULLAH et al. (2010) também não encontraram diferença significativa para PPC entre os tratamentos contendo níveis (0,25, 0,5 e 1%) de alho e o controle.

A perda de peso por cozimento é uma característica que está associada ao comportamento da carne durante e após a cocção, e pode influenciar na qualidade de produtos processados e a aceitação pelo consumidor (BRESSAN, 1998).

Analisando os resultados de composição química e da perda de peso por cozimento do presente estudo, pode ser indicado que a inclusão de óleo essencial de orégano não altera a qualidade da carne de peito de frangos de corte.

4.4 Ensaio de Digestibilidade

Os dados dos coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), do nitrogênio (CMAN) e de energia metabolizável da ração são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 Coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), do nitrogênio (CMAN) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da ração, em função dos diferentes tratamentos.

Coeficientes de Metabolização	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
CMAMS (%)	65,48 ^a	65,91 ^a	65,44 ^a	64,70 ^a	67,48 ^a	3,44
CMAN (%)	53,49 ^b	55,55 ^b	54,82 ^b	50,79 ^b	58,15 ^a	7,08
EMA (kcal/kg)	2844 ^a	2859 ^a	2820 ^a	2767 ^a	2846 ^a	3,87
EMAn (kcal/kg)	2722 ^a	2735 ^a	2697 ^a	2657 ^a	2710 ^a	3,73

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

Os tratamentos não influenciaram o CMAMS ($P > 0,05$). O tratamento com maior nível de orégano (900 mg/kg) resultou em maior CMAN ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos. Porém, o maior CMAN das aves do tratamento com 900 mg de óleo essencial de orégano/kg não resultou em maior ganho de peso, e sim maior peso absoluto e relativo de gordura abdominal. Este resultado pode ser explicado pelo fato que a energia não utilizada na síntese protéica fica retida no organismo na forma de gordura corporal (DAHIR, 1983; LECLERCQ, 1996). O acúmulo de gordura em aves depende, em sua maior parte, da síntese e secreção de lipoproteínas pelo fígado, já que a síntese de ácidos graxos é muito limitada no tecido adiposo (OLIVEIRA et al., 2006). Segundo ELSON (1995), diversos constituintes dos óleos essenciais podem atuar inibindo a atividade da 3-hidroxi-3-metilglutaril coenzima A redutase. Com a supressão desta enzima, a gordura é mobilizada e não se acumula. Porém isso não foi evidenciado no presente trabalho.

É postulado que o efeito benéfico dos extratos vegetais no funcionamento do sistema digestório pode vir do aumento de produção de enzimas, secreções digestivas e a melhor utilização de produtos digestivos através do melhor funcionamento do fígado (LANGHOUT, 2000; MOUNTZOURIS et al., 2009). JANG et al. (2007) estudando o efeito de princípios ativos de óleos essenciais sobre a secreção de enzimas digestivas, observaram que no tratamento o qual os frangos foram alimentados com dieta contendo 50 mg de uma mistura comercial com componentes de óleos essenciais (timol, eugenol e piperina)/kg de ração, houve maior atividade de tripsina e amilase no pâncreas em relação ao tratamento controle.

As rações utilizadas no presente experimento eram rações simples, à base de milho e farelo de soja, que são ingredientes que se destacam pela alta digestibilidade de nutrientes. No entanto, os valores encontrados dos coeficientes de metabolização destas rações foram abaixo do esperado em relação às dietas formuladas. Isso pode ter ocorrido devido à qualidade do milho e da soja adquiridos. Segundo LEE et al. (2003), dietas com ingredientes de alta digestibilidade podem comprometer o crescimento microbiano, ou seja, os agentes antimicrobianos podem ter um grande impacto quando a dieta usada é de baixa digestibilidade. Os mesmos autores não encontraram diferenças significativas em relação à digestibilidade da dieta em frangos que receberam tratamentos com diferentes componentes de óleos essenciais (timol, cinamaldeído, eugenol e piperina). Em uma dieta de frangos de corte, à base de milho ou trigo e cevada, testando uma mistura de 100 mg de extratos vegetais/kg contendo carvacrol, cinamaldeído e óleo-resina de pimenta, JAMROZ et al. (2005) não observaram diferenças significativas na digestibilidade aparente ileal. MOUNTZOURIS et al. (2011) também não observaram diferenças significativas no CMAMS e CMAN em frangos que receberam níveis crescentes (80, 125 e 250 mg/kg de ração) de mistura de óleos essenciais de orégano, anis e laranja. Por outro lado, HERNÁNDEZ et al. (2004) observaram que a inclusão de uma mistura de óleos essenciais (orégano, canela e pimenta) e mistura de extratos vegetais (sálvia, alecrim e tomilho) promoveu o aumento do CMAMS e CMAN em relação aos tratamentos controle, porém não diferiu do antimicrobiano avilamicina. OETTING et al. (2006) observaram que a inclusão de níveis crescentes de óleos essenciais promoveu o aumento do CMAMS em relação ao tratamento controle e antimicrobiano em dietas de suínos. CROSS et al. (2007) não encontraram diferenças significativas para CMAMS e CMAN em frangos que receberam dietas contendo extratos ou óleos essenciais de orégano, manjeriço, alecrim e tomilho. GARCÍA et al. (2007) não encontraram diferenças significativas na digestibilidade ileal da matéria seca e proteína bruta de frangos alimentados com dietas com 200 ppm de mistura de óleos essenciais de orégano, canela e pimenta (ricos em carvacrol, cinamaldeído e capsaicina); 5000 ppm de extratos de sálvia, tomilho e alecrim e grupos controle (negativo e com avilamicina).

Não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos para EMA e EMA_n (Tabela 8). Estes resultados estão de acordo com CROSS et al. (2007), que não encontraram diferenças significativas para EMA e EMA_n em frangos que receberam dieta contendo extratos ou óleos essenciais de orégano, manjeriço, alecrim e tomilho. BARRETO et al. (2008) também não observaram efeito significativo para EMA_n entre os tratamentos que eram constituídos de diferentes óleos essenciais (orégano, cravo, canela e pimenta). RIZZO et al. (2010) ao testarem o efeito de diferentes extratos vegetais e óleos essenciais, incluindo o orégano, não obtiveram diferenças significativas para digestibilidade da proteína bruta (PB) e EMAN em dietas de frangos de corte. Estes autores concluíram que a ausência de resposta da EMAN e da digestibilidade da PB pode estar relacionada à alta digestibilidade dos ingredientes utilizados para formular a dieta experimental. Em suínos, MANZANILA et al. (2011) não obtiveram efeito significativo para digestibilidade ileal utilizando 5% carvacrol, 3% de cinamaldeído e 2% de óleo-resina de pimenta. Por outro lado, BRAVO et al. (2009) em relação à energia da dieta, observaram o aumento da EMAN de dietas de frangos contendo 100 ppm de mistura de princípios ativos, entre eles o carvacrol, o que não foi evidenciado no presente experimento. MOUNTZOURIS et al. (2011) também obtiveram efeito significativo para EMA_n em frangos que receberam níveis crescentes (80, 125 e 250 mg/kg de ração) de mistura de óleos essenciais de orégano, anis e laranja, sendo que o tratamento que recebeu 80 mg dos óleos essenciais resultou em maior EMA_n em relação aos frangos do controle negativo.

4.5 Análises Hematológicas

Os valores médios obtidos no hemograma são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 Médias dos valores do hemograma avaliados em função dos diferentes tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
Hemácias ($\mu\text{L} \times 10^6$)	2,28 ^a	2,27 ^a	2,43 ^a	2,68 ^a	2,84 ^a	20,34
Hematócrito (%)	32,58 ^a	24,67 ^b	33,25 ^a	33,17 ^a	32,67 ^a	7,91
Hemoglobina (g/dL)	7,62 ^c	6,40 ^d	8,81 ^a	8,67 ^{ab}	8,25 ^b	7,08
Proteínas plasmáticas (g/dL)	4,50 ^a	3,68 ^b	4,67 ^a	4,38 ^a	4,25 ^a	11,43
VGM ⁴ (fL)	139,51 ^a	100,30 ^c	125,27 ^b	125,58 ^b	115,77 ^b	11,34
CHGM ⁵ (%)	32,63 ^a	26,10 ^b	33,09 ^a	32,98 ^a	29,20 ^a	12,12

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano; ⁴VGM = volume globular médio; ⁵CHGM = concentração de hemoglobina globular média.

Observa-se na Tabela 9 que os tratamentos influenciaram os parâmetros sanguíneos relacionados ao hemograma, com exceção para a concentração de hemácias. A contagem total de hemácias não diferiu significativamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Os valores encontrados estão de acordo com o padrão normal para frangos de corte (JAIN, 1993). Resultado semelhante foi encontrado por. Em suínos, HENN et al. (2010) não observaram diferença na contagem de hemácias entre o controle negativo, positivo (bacitracina de zinco) e os tratamentos com 0,003% de óleo essencial de orégano e 0,003% de óleo essencial de orégano com óxido de zinco. TOGHYANI et al. (2010) também não observaram diferença significativa na contagem de hemácias entre o controle negativo e dois níveis (5 e 10 g/kg de ração) de extrato de tomilho. Por outro lado, TOGHYANI et al. (2010b) relataram que a inclusão de *Nigella sativa* ou *Mentha piperita*, que pertence à família do orégano, aumentaram significativamente a contagem de hemácias aos 42 dias de vida das aves. Estes mesmos autores observaram no experimento posterior, o aumento da contagem total de hemácias nas aves que receberam maiores níveis de alho em relação às aves que receberam canela (TOGHYANI et al., 2011). No estudo para testar o efeito dos extratos de tomilho, canela e cravo, em aves, NAJAFI & TORKI (2010) observaram um aumento na contagem de hemácias no tratamento que recebeu extrato de cravo.

A menor porcentagem de hematócritos (Tabela 9) ocorreu no tratamento controle positivo ($P < 0,05$), não havendo diferença entre os demais tratamentos. O baixo índice de hematócrito pode ser observado em doenças agudas ou crônicas, septicemias e doenças hemorrágicas (CAMPBELL, 2007). Segundo este mesmo autor, o hematócrito normal das aves pode variar de 35 a 55%. No entanto, os valores sanguíneos podem ser influenciados pelo estado nutricional, sexo, idade, estação do ano, trauma, criação e estresse ambiental. Portanto, o controle negativo é muito importante para avaliar os parâmetros hematológicos de aves, pois foram submetidas às mesmas condições experimentais, que são consideradas mais fidedignas do que os valores referenciais externos. Este resultado está de acordo com TOGHYANI et al. (2010), que não observaram diferenças na porcentagem de hematócrito entre o controle negativo e dois níveis (5 e 10 g/kg de ração) de extrato de tomilho, o qual

pertence à mesma família botânica do orégano. Por outro lado, TOLLBA et al. (2010) observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, tiveram maior concentração de hemoglobina em relação aos frangos do tratamento controle. Em suínos, HENN et al. (2010) observaram maior porcentagem de hematócritos no tratamento com a combinação de 0,003% de óleo essencial de orégano com óxido de zinco em relação ao controle negativo.

A maior concentração de hemoglobina ocorreu nos frangos do tratamento com 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração ($P < 0,05$). Sendo que o tratamento que recebeu 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração não diferiu dos tratamentos com 300 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração. Os frangos dos tratamentos controle (negativo e positivo) tiveram a menor ($P < 0,05$) concentração de hemoglobina. Em comparação ao grupo controle negativo, a utilização do óleo essencial de orégano na ração resultou em um aumento significativo no valor da concentração de hemoglobina, não se refletindo na concentração de CHGM. Já o VGM diminuiu significativamente em todas as amostras de sangue testadas dos frangos que receberam os níveis de 300, 600 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração, sugerindo uma microcitose leve. Como não se observou uma anemia, uma vez que não houve diminuição do número total de hemácias, não foi sido configurado como importante clinicamente. Por outro lado, os frangos do controle positivo apresentaram o menor nível de VGM e CHGM (Tabela 9), que avaliado em conjunto com o valor de hematócrito obtido, pode indicar anemia. Segundo BAIÃO & LÚCIO (2005), a deficiência de ferro, pode causar uma anemia severa com redução do volume globular médio. Entretanto, como todas as aves receberam uma suplementação adequada desse mineral e dos demais microminerais e vitaminas envolvidas, não é provável que esta diminuição esteja relacionada com uma deficiência em nutrientes. TOGHYANI et al. (2010) e (2011) não observaram diferenças significativas para VGM e CHGM entre os tratamentos controle e extratos de tomilho, canela e alho. No entanto, HENN et al. (2010) observaram maior CHGM em suínos que receberam o tratamento com 0,003% de óleo essencial de orégano em relação aos suínos que receberam a combinação deste com óxido de zinco. Porém, estes autores não encontraram efeito significativo para concentração de hemoglobina. Por outro lado, TOLLBA et al. (2010) observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, tiveram maior concentração de hemoglobina em relação aos frangos do tratamento controle. TOGHYANI et al. (2010b) relataram que a inclusão de *Nigella sativa* ou *Mentha piperita* aumentaram significativamente a concentração de hemoglobina aos 42 dias de vida das aves.

O tratamento controle positivo apresentou a menor concentração de proteínas plasmáticas ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos. As proteínas plasmáticas são constituídas de albuminas, globulinas e fibrinogênio. As primeiras estão relacionadas com os processos osmóticos do organismo, as alfa e beta globulinas estão ligadas à função de transporte de outras substâncias pelo organismo e as gama globulinas e algumas beta globulinas estão relacionadas com o sistema de defesa, formando os anticorpos que protegem o organismo contra infecções. O fibrinogênio é responsável pelo fenômeno da coagulação do sangue (SOUZA & ELIAS, 2005). Portanto, a inclusão de óleo essencial na dieta dos frangos não reduziu a concentração de proteínas plasmáticas no sangue, sendo um resultado interessante. TOLLBA et al. (2010) observaram que os frangos que receberam 2 g de uma

combinação de produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração com ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), tiveram maior concentração de proteínas plasmáticas em relação aos frangos do tratamento controle. Já LEVKUT et al. (2011) observaram que o uso de óleo essencial de orégano na dieta resultou em maior concentração de proteínas plasmáticas apenas aos 29 dias, comparando com o grupo controle, no período total (42 dias) não foi observado efeito significativo. Por outro lado, CETINGUL et al. (2007) não observaram diferença significativa para concentração de proteínas plasmáticas em codornas japonesas que receberam dietas com até 5% de extrato de orégano. TRAESEL et al. (2010) também não observaram diferença significativa para concentração de proteínas plasmáticas entre os frangos do tratamento com 100 mg/kg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, alecrim e pimenta), o controle positivo e negativo. Resultado semelhante foi encontrado por REVAJOVÁ et al. (2010) aos 42 dias, em frangos que receberam óleo essencial de orégano, sálvia ou dieta sem óleos essenciais (controle), não havendo efeito significativo para a concentração de proteínas plasmáticas. No entanto, no período de 29 dias de vida dos frangos, estes autores observaram que os frangos que receberam o óleo essencial de orégano tiveram maior concentração de proteínas plasmáticas. ELEIWA et al. (2011) utilizando frangos não infectados por *E. coli*, frangos infectados e não tratados, infectados e tratados com um produto comercial à base de óleo essencial de orégano, infectados e tratados com enrofloxacin ou infectados e tratados com orégano mais enrofloxacin, também não encontraram diferenças para concentração de proteínas plasmáticas aos 22, 29 e 36 dias de vida dos frangos. No entanto, estes mesmos autores, aos 15 dias, obtiveram menor concentração de proteínas plasmáticas nos tratamentos não infectados e também no tratamento infectado que recebeu o antibiótico, e maior valor de proteínas plasmáticas ocorreu no tratamento infectado e não tratado.

Os diferentes níveis testados de óleo essencial de orégano, grupos controle negativo e positivo não foram capazes de alterar, de forma significativa, os valores da hematimetria. No entanto, a redução significativa observada no hematócrito, na concentração de hemoglobina, no VGM, CHGM e proteína plasmática total, no grupo controle positivo, sugere uma disfunção hematopoiética e hepática.

Os valores médios do leucograma se encontram na Tabela 10.

Tabela 10 Médias dos valores do leucograma avaliados em função dos diferentes tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
Leucócitos ($\mu\text{Lx}10^3$)	31,33 ^b	25,83 ^c	33,58 ^b	45,83 ^a	46,92 ^a	16,15
Linfócitos ($\mu\text{Lx}10^3$)	20,50 ^c	14,42 ^d	22,12 ^{bc}	24,16 ^{ab}	26,36 ^a	15,50
Heterófilos ($\mu\text{Lx}10^3$)	8,73 ^c	8,82 ^c	9,27 ^c	16,86 ^a	13,76 ^b	28,32
Monócitos ($\mu\text{Lx}10^3$)	2,21 ^c	2,53 ^c	2,08 ^c	4,75 ^b	6,80 ^a	30,94
Heterófilo/linfócito	0,43 ^b	0,62 ^a	0,42 ^b	0,71 ^a	0,51 ^b	24,06

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

Quanto ao leucograma (Tabela 10), observou-se uma diminuição significativa na leucometria total e diferencial do grupo que recebeu antibiótico em relação ao grupo controle negativo e aos grupos que receberam os três níveis de óleo essencial de orégano na ração, sugerindo um comprometimento da resposta mediada por células. A leucopenia (diminuição do número total de leucócitos) ocorre pela depressão da leucopoiese ou por diminuição dos leucócitos periféricos (SCHMIDT et al., 2007).

Com relação aos grupos 600 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração observou-se um aumento significativo na leucometria total e diferencial com características dose dependentes quando comparado aos grupos controle e 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração, mostrando que o uso da concentração de 300 mg/kg de ração poderia ser utilizada sem alterações importantes nos valores do leucograma. Aparentemente, os níveis de 600 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração desencadearam uma resposta acima dos valores de normalidade obtidos por JAIN (1993), CARDOSO & TESSARI (2003) e CAMPBELL (2007), sendo um estímulo expressivo de resposta imunomediada por células de forma inespecífica. No entanto, é citado na literatura que o orégano tem atividade estimuladora do sistema imune (WALTER & BILKEI, 2004; LILLEHOJ et al., 2010; TOGHYANI et al., 2010c).

Segundo ALEXANDER (2001), a capacidade para montar uma resposta inflamatória é essencial para a sobrevivência em face de patógenos ambientais e danos. Por outro lado, alguns gêneros de bactérias intestinais como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* estão diretamente relacionados com estímulo à resposta imune, pelo aumento de produção de anticorpos, macrófagos, proliferação de células T e produção de interferons (PALERMONETO et al., 2002).

Observa-se que a maior contagem de leucócitos ($P < 0,05$) ocorreu nos tratamentos de 600 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração (Tabela 10). Os valores mais baixos de leucócitos foram obtidos nos tratamentos controle negativo e positivo. Estes resultados estão de acordo com SOLTAN et al. (2008) em relação ao grupo controle, obtiveram um aumento de contagem de leucócitos em aves que receberam até 1 g/kg de semente de anis em relação ao grupo controle. CARDOSO et al. (2009) também observaram um aumento significativo dos leucócitos nos grupos de aves inoculados com 2,25 mg/kg⁻¹ e 4,5 mg/kg⁻¹ de piperina. Semelhantemente, TOLLBA et al. (2010) observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, tiveram maior contagem de leucócitos em relação aos frangos do tratamento controle. No entanto, NAMKUNG et al. (2004) que forneceram dietas para suínos contendo ácidos orgânicos, uma mistura de extratos vegetais (canela, tomilho e orégano), antibiótico lincomicina e um controle negativo, não observaram diferenças significativas para contagem de leucócitos. REVAJOVÁ et al. (2010) não observaram diferença significativa para contagem de leucócitos nos frangos que receberam óleo essencial de orégano, sálvia ou grupo controle. TOGHYANI et al. (2010) e (2011) também não encontraram efeito significativo na contagem de leucócitos entre os tratamentos controle e extratos de tomilho, canela e alho.

Em relação aos linfócitos (Tabela 10), o maior valor foi do tratamento de 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração ($P < 0,05$), sendo que o nível de 600 mg/kg não foi diferente deste nem do nível de 300 mg/kg. A menor contagem de linfócitos foi do tratamento controle positivo. Este resultado está de acordo com SOLTAN et al. (2008), que encontraram maiores valores de linfócitos nas aves alimentadas com níveis crescentes de semente de anis

até 1g/kg. NAJAFI & TORKI (2010) observaram um aumento na contagem de linfócitos em aves que foram alimentadas com dieta contendo canela. TOLLBA et al. (2010) observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, tiveram maior contagem de linfócitos em relação aos frangos do tratamento controle. Por outro lado, NAMKUNG et al. (2004) que forneceram dietas para suínos contendo ácidos orgânicos, uma mistura de extratos vegetais (canela, tomilho e orégano), antibiótico lincomicina e um controle negativo, não observaram diferenças significativas para contagem de linfócitos. REVAJOVÁ et al. (2010) também não observaram diferença significativa para contagem de linfócitos em frangos que receberam óleo essencial de orégano, sálvia ou grupo controle.

O tratamento com 600 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração apresentou maior contagem de heterófilos ($P<0,05$) em relação aos demais tratamentos (Tabela 10). Este resultado está de acordo com TOLLBA et al. (2010) que observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, tiveram maior contagem de heterófilos em relação aos frangos do tratamento controle. Por outro lado, REVAJOVÁ et al. (2010) não observaram diferença significativa para contagem de heterófilos nos frangos que receberam óleo essencial de orégano, sálvia ou grupo controle. NAJAFI & TORKI (2010) também não encontraram diferença significativa nos valores de monócitos. No entanto, observaram que todos tratamentos que receberam extratos vegetais apresentaram elevação na contagem de heterófilos em relação ao grupo controle.

Observa-se na Tabela 10 que os frangos que receberam 900 mg de óleo essencial de orégano/kg de ração, apresentaram a maior ($P<0,05$) contagem de monócitos em relação aos tratamentos controle (negativo e positivo) e os frangos que receberam 300 mg de óleo essencial de orégano/kg. Os frangos que receberam 600 mg de óleo essencial tiveram valores de contagem de monócitos intermediários. Os monócitos são recrutados em processos infecciosos e também em processos inflamatórios, nos quais têm grande importância, pois contêm ou secretam diversas substâncias biologicamente ativas e são responsáveis pela remoção e processamento das células senescentes. O maior nível de orégano pode ter estimulado um processo inflamatório, sendo recrutado maior número de monócitos. Estes resultados diferem de TOLLBA et al. (2010) que observaram nos frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, menor contagem de monócitos em relação aos frangos do tratamento controle. Por outro lado, NAMKUNG et al. (2004) que forneceram dietas para suínos contendo ácidos orgânicos, uma mistura de extratos vegetais (canela, tomilho e orégano), antibiótico lincomicina e um controle negativo, não observaram diferenças significativas para contagem de monócitos. REVAJOVÁ et al. (2010) também não observaram diferença significativa para contagem de monócitos nos frangos que receberam óleo essencial de orégano, sálvia ou grupo controle.. NAJAFI & TORKI (2010) também não encontraram diferença significativa nos valores de monócitos.

Para a relação heterófilo/linfócito os tratamentos que apresentaram valores mais elevados ($P<0,05$) foram os tratamentos controle positivo e 600 mg de óleo essencial de

orégano por kg de ração. Os tratamentos com 300 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração não diferiram do controle negativo. Esta variável avalia o nível de estresse ocorrido nos animais, podendo ser um parâmetro de medida de bem-estar das aves. Durante o experimento, houve certa variação de temperatura, somado a isso, o próprio estresse do período de jejum pré-abate pode ter contribuído para o aumento da relação heterófilo/linfócito nas aves. Diferente do resultado encontrado no presente estudo, TOGHYANI et al. (2010c) não encontraram alterações significativas na relação heterófilo/linfócito entre os tratamentos controle negativo e positivo e dois níveis (0,5 e 1 g/kg de ração) de extrato de orégano. TOGHYANI et al. (2010) também não observaram efeito significativo na relação heterófilo/linfócito entre os tratamentos controle e dois níveis de tomilho (5 e 10 g/kg).

4.6 Análise de Bioquímica Sérica

Em relação à bioquímica sérica (Tabela 11) não foram observadas alterações do perfil hepático ($P>0,05$) entre o controle negativo e os tratamentos com o óleo essencial de orégano.

Tabela 11 Médias dos valores de bioquímica sérica avaliada em função dos diferentes tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos					CV (%)
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			
			300	600	900	
AST ⁴ UI/L	276,43 ^b	487,91 ^a	276,98 ^b	327,65 ^b	329,61 ^b	32,16
ALT ⁵ UI/L	28,81 ^a	36,28 ^a	28,67 ^a	32,59 ^a	32,59 ^a	20,82
GGT ⁶ UI/L	10,25 ^b	19,09 ^a	7,61 ^b	11,67 ^b	11,67 ^b	35,32
ALP ⁷ UI/L	1733 ^b	2278 ^a	1781 ^b	1815 ^b	1815 ^b	20,63
URÉIA ⁸ mg/dL	0,47 ^b	0,57 ^b	0,45 ^b	0,55 ^b	0,67 ^a	21,22
CREATININA mg/dL	5,50 ^{ab}	4,33 ^b	4,58 ^b	4,33 ^b	6,75 ^a	30,97
ÁCIDO ÚRICO mg/dL	15,13 ^b	22,33 ^a	15,14 ^b	17,90 ^b	22,80 ^a	28,91

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P<0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano; ⁴AST = aspartato-aminotransferase; ⁵ALT = alanina-aminotransferase; ⁶GGT = gama glutamiltransferase; ⁷ALP = fosfatase alcalina.

As aves do controle positivo apresentaram níveis aumentados ($P<0,05$) de AST, GGT e ALP em relação aos demais tratamentos.

As atividades das enzimas hepáticas podem ser utilizadas para detectar distúrbios hepatocelulares ou aumento de produção (SCHMIDT et al., 2007). O aumento ($P<0,05$) das enzimas AST e GGT no controle positivo sugere uma alteração hepática significativa.

Os valores de AST geralmente acima de 275 UI/L sugerem aumento da sua atividade, que pode estar relacionado a distúrbios hepáticos ou musculares. Em relação à GGT, são considerados normais valores entre 0-10 UI/L (SCHMIDT et al., 2007).

A elevação dos níveis sérico-enzimáticos da AST pode ser decorrente de lesão dos hepatócitos, resultante de necrose ou alterações na permeabilidade da membrana celular, e pode ser atribuída à disfunção hepática recente (PAIM et al., 2008). Estes mesmos autores observaram um aumento sérico da enzima AST conforme aumentaram as doses de óleos essenciais na ração, sugerindo um aumento dose-dependente. Por outro lado, TOLLBA et al.

(2010) observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, não tiveram diferença dignificativa no nível de AST entre os tratamentos e o controle. ELEIWA et al. (2011) utilizando frangos não infectados por *E. coli* e frangos infectados que receberam um produto comercial à base de óleo essencial de orégano, antibiótico enrofloxacina ou o produto comercial à base de óleo essencial de orégano mais enrofloxacina, não encontraram diferenças para concentração de AST aos 29 e 36 dias de vida dos frangos. No entanto, nas coletas de sangue realizadas aos 15 e 22 dias, os níveis de AST foram significativamente maiores no tratamento em que os frangos foram infectados e não tratados. Em relação à concentração de GGT, TRAESEL et al. (2010) não observaram diferença significativa entre os frangos do tratamento com 100 mg/kg de mistura de óleos essenciais (orégano, sálvia, alecrim e pimenta), controle positivo e negativo. GERZILOV et al. (2011) também não encontraram diferença significativa entre os frangos que receberam 0,03% de mistura de óleos essenciais (orégano, alecrim, tomilho, canela e manjeriço), prebiótico e os grupos controle.

Não houve diferença significativa para os níveis sérico-enzimáticos de ALT entre os tratamentos (Tabela 11). A atividade da ALT tem valor limitado como teste para avaliar distúrbios hepatocelulares em aves, sendo encontrada tanto no citosol do hepatócito como no músculo e em outros tecidos. TOLLBA et al. (2010) observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, não tiveram diferença significativa no nível de AST entre os tratamentos e o controle. ELEIWA et al. (2011) semelhantemente, pesquisando frangos infectados ou não por *E. coli*, também não obtiveram efeito significativo para concentração de ALT aos 29 e 36 dias de vida dos frangos que receberam dietas contendo um produto comercial à base de óleo essencial de orégano ou este produto mais o antibiótico enrofloxacina, ou mesmo somente enrofloxacina. No entanto, nas coletas de sangue realizadas aos 15 e 22 dias, os níveis de ALT foram significativamente maiores no tratamento em que os frangos foram infectados e não tratados.

A concentração de ALP também aumentou de forma significativa no grupo controle positivo em relação ao controle negativo e aos níveis de óleo essencial de orégano (Tabela 11). No entanto, essa enzima é pouco sensível para detectar comprometimento hepático, pois apresenta baixa atividade no tecido hepatobiliar (CAMPBELL, 2007). LEVKUT et al. (2011) também observaram que houve maior concentração de ALP nos frangos do grupo controle em relação aos frangos que receberam óleo essencial de orégano na dieta. Por outro lado, JANG et al. (2007) não encontraram diferenças significativas nos níveis de ALP em frangos que receberam os tratamentos controle (negativo e positivo) e com 25 ou 50 mg de uma mistura comercial com componentes de óleos essenciais (timol, eugenol e piperina)/kg de ração.

De acordo com a Tabela 11, a maior concentração de uréia, creatinina e ácido úrico ($P < 0,05$) ocorreu no tratamento com 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração. Sendo que o controle positivo não diferiu significativamente do tratamento com 900 mg/kg para ácido úrico e em relação à creatinina, o controle negativo não diferiu significativamente do tratamento com 900 mg/kg nem dos demais tratamentos. A função renal das aves pode ser avaliada pela mensuração sérica de uréia, creatinina e ácido úrico, sendo este último, um parâmetro mais sensível. As concentrações sanguíneas de ácido úrico superiores a 15 mg/dL

sugerem alterações da função renal, que podem ser causadas por diversos fatores, como nefrotoxinas, obstrução urinária, nefrite e nefropatias (CAMPBELL, 2007).

O aumento sérico de uréia, creatinina e ácido úrico pode ser provavelmente por um comprometimento da função renal das aves. O aumento sérico destes metabólitos acontece quando 30% do rim ou menos está funcional, ou ainda, por causas pré e/ou pós-renais (KANEKO, 1997; FUDGE & JOSEPH, 2000). Por outro lado, o ácido úrico é o produto final do metabolismo do nitrogênio nas aves. O aumento sérico de ácido úrico observado no tratamento de 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração pode ser decorrente do maior coeficiente de metabolização aparente do nitrogênio obtido pelas aves deste tratamento. Mas também há a hipótese de ter ocorrido um comprometimento da função renal das aves que receberam os maiores níveis de óleo essencial de orégano. PAIM et al. (2008) observaram um aumento dos níveis séricos de ácido úrico correlacionado com a inclusão de níveis crescentes de óleos essenciais contendo orégano na ração. Estes autores concluíram que os níveis de 50 e 100 mg da mistura de óleos essenciais/kg de ração podem comprometer a função renal. Em contrapartida, ELEIWA et al. (2011) utilizando frangos infectados ou não por *E. coli*, não encontraram diferenças para concentração de creatinina e ácido úrico aos 29 e 36 dias de vida dos frangos ao incluírem óleo essencial na dieta. No entanto, nas coletas de sangue realizadas aos 15 e 22 dias, os níveis de creatinina e ácido úrico foram significativamente maiores no tratamento em que os frangos foram infectados e não tratados com orégano ou antibiótico. TOLLBA et al. (2010) observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração, não tiveram diferença significativa na concentração de creatinina entre os tratamentos e o controle. GERZILOV et al. (2011) também não encontraram diferença significativa para concentração sérica de creatinina entre os frangos que receberam 0,03% de mistura de óleos essenciais (orégano, alecrim, tomilho, canela e manjeriço), prebiótico e os grupos controle.

Embora no presente trabalho não tenha sido observado comprometimento do desempenho com a inclusão dos níveis de 600 e 900 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração, analisando os resultados da série bioquímica para concentrações séricas de uréia, creatinina e ácido úrico, a inclusão de 300 mg de óleo essencial de orégano em dietas de frangos de corte parece ser mais segura em termos de metabolismo renal e hepático.

4.7 Análise Microbiológica

Os resultados relativos à contagem de coliformes totais na amostra do íleo das aves encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 Contagem de coliformes totais na amostra do íleo das aves de acordo com os diferentes tratamentos.

Contagem de coliformes totais (UFC/g) ⁴ no íleo das aves	Tratamentos					
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg			CV (%)
			300	600	900	
	6,66 ^b	4,51 ^a	4,68 ^a	3,79 ^a	3,49 ^a	26,47

Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). ¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano; ⁴Log. na base 10 da contagem, por grama do conteúdo da digesta (UFC/g).

Os resultados relativos à identificação de enterobactérias na amostra do fêo das aves encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13 Identificação de enterobactérias na amostra do fêo das aves de acordo com os diferentes tratamentos.

Enterobactérias (%)	Tratamentos				
	CN ¹	CP ²	OEO ³ , mg/kg		
			300	600	900
<i>Citrobacter diversus</i>	-	3	3	-	-
<i>Edwaldisiella tarda</i>	-	3	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	63	74	79	57	54
<i>Hafnia alveei</i>	-	-	-	-	13
<i>Klebsiella oxytoca</i>	-	-	-	3	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	6	-	-
<i>Morganella morganii</i>	-	3	6	23	-
<i>Serratia rubidae</i>	-	-	-	-	10
<i>Shigella spp.</i>	33	17	6	7	23
<i>Yersinia enterocolica</i>	4	-	-	-	-

¹CN = controle negativo; ²CP = controle positivo (sulfato de colistina); ³OEO = óleo essencial de orégano.

Em relação à Tabela 12, houve uma redução significativa ($P < 0,05$) da contagem de coliformes totais em todos os tratamentos que receberam algum tipo de aditivo zootécnico, antibiótico ou óleo essencial de orégano. Este resultado comprova o potencial do orégano em inibir o crescimento bacteriano, podendo ser considerado como equilibrador da microbiota intestinal e substituir o uso de antimicrobianos convencionais.

Pode se observar na Tabela 13 a mudança na composição de enterobactérias presentes na amostra do fêo em todos os tratamentos em relação ao tratamento controle negativo. Em condições normais, existe um equilíbrio entre as populações de bactérias na microbiota natural das aves. Algumas populações de bactérias inibem o crescimento de bactérias indesejáveis. No entanto, em certas situações, como jejum alimentar ou hídrico prolongado, estresse ou infecções virais, pode ocorrer um aumento de microrganismos indesejáveis (FLEMMING et al., 2005).

Houve um aumento da porcentagem de *Escherichia coli* na amostra de fêo do tratamento controle positivo e no tratamento com 300 mg de óleo essencial de orégano por kg de ração em relação ao controle negativo. Este aumento pode ter ocorrido por um efeito bactericida destes tratamentos, provocando a morte de bactérias que antes estavam inibindo o crescimento de outras populações bacterianas. Os maiores níveis de óleo essencial de orégano (600 e 900 mg/kg) provocaram redução da porcentagem de *Escherichia coli*. Podendo ser decorrente de um maior efeito bactericida. As maiores concentrações de óleo essencial no trato intestinal, além de exercer efeito bactericida das bactérias que inibiam a proliferação de *Escherichia coli*, exerceram também sobre a *E. coli*.

A ação antibacteriana do óleo essencial de orégano observada no presente estudo está de acordo com os resultados encontrados por WALDENSTEDT (2003), que observou a redução significativa na contagem de *Clostridium perfringens* em frangos vacinados ou não

contra coccidiose que consumiram dieta contendo óleo essencial de orégano. Resultado semelhante foi obtido por MITSCH et al. (2004) ao pesquisarem a mistura dos princípios ativos eugenol, timol e carvacrol, observaram a redução significativa do número de *C. perfringens* no intestino e fezes de frangos, podendo reduzir o risco de necrose enterítica.

NAMKUNG et al. (2004) ao fornecerem dietas para suínos contendo ácidos orgânicos, uma mistura de extratos vegetais (canela, tomilho e orégano), antibiótico lincomicina e um controle negativo, observaram redução significativa de coliformes fecais em suínos que receberam a mistura de extratos vegetais, antibiótico e ácidos orgânicos em relação ao controle negativo.

PEDROSO et al. (2005) observaram uma modificação da composição da microbiota intestinal de suínos alimentados com ração contendo óleo essencial de orégano. Estes autores atribuíram este resultado à ação do orégano em permitir o estabelecimento de microrganismos benéficos resultando em efeito positivo no ganho de peso do tratamento com maior nível deste óleo.

HOROSOVÁ et al. (2006) pesquisaram o efeito do óleo essencial de orégano sobre bactérias endógenas da microbiota intestinal de frangos. Estes autores concluíram que o uso de óleo essencial de orégano pode aumentar o halo de inibição de quatro antibióticos, amicacina, apramicina, estreptomina e neomicina, contra *Escherichia coli*. Estes autores também observaram que o uso de óleo essencial de orégano reduziu a concentração de lactobacilos do intestino das aves.

No entanto, JAMROZ et al. (2005) observaram no ensaio de contagem e identificação de bactérias intestinais em frangos de corte, uma redução significativa de *E. coli* e aumento de *Lactobacillus spp.* em dietas à base de milho e com inclusão de 100 mg/kg de extrato vegetal contendo cinamaldeído, carvacrol e capsaicina. Sendo que em dietas à base de trigo e cevada houve também redução de *C. perfringens* e fungos. FUKAYAMA et al. (2005) observaram a redução no número de bactérias nos tratamentos utilizando-se 0,025; 0,050 e 0,100 % de extrato de orégano.

JAMROZ et al. (2006) mostraram que o aumento da liberação de grandes quantidades de muco e criação de um espessa camada de muco no estômago glandular e da parede do jejuno, em frangos alimentados com dietas com extratos vegetais poderia sugerir a proteção das vilosidades relacionadas com as propriedades do uso do cinamaldeído, carvacrol e capsaicina. Podendo explicar a redução da quantidade e possibilidade de adesão ao epitélio de *E. coli*, *Clostridium perfringens* e fungos no conteúdo intestinal.

TEKELİ et al. (2006) ao realizarem a contagem de bactérias ácido lácticas no jejuno de aves, verificaram que o tratamento que foi suplementado com o aditivo orégano apresentou maior contagem em relação aos tratamentos controle negativo e positivo. A estimulação de bactérias lácticas contribui pra manter o equilíbrio da microbiota.

Ao realizarem um ensaio de contagem e identificação de bactérias intestinais em frangos de corte, JANG et al. (2007) observaram que houve uma redução significativa de *E. coli* nos tratamentos controle positivo e mistura de componentes de óleos essenciais (timol, eugenol e piperina). No entanto, não houve diferença entre os tratamentos na contagem de lactobacilos, indicando que tanto o antibiótico como os óleos essenciais podem atuar de forma seletiva no trato gastrointestinal.

TOLLBA et al. (2010) observaram que os frangos que receberam 1 e 2 g de um produto comercial contendo mistura de óleos essenciais (orégano, tomilho, canela e pimentão)/kg de ração e um outro produto com esta mistura de óleos essenciais mais uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico e málico), na quantidade de 1 e 2 g/kg de ração,

tiveram menor contagem de *E. coli*, tanto no íleo como no ceco, em relação aos frangos do tratamento controle.

Ao utilizarem dois tipos de probióticos, uma mistura de probiótico com prebiótico, e mais uma mistura com 125 g/ton de ração de óleos essenciais (orégano, anis e laranja) com frutooligosacarídeos, PERIC et al. (2010) observaram que a contagem de coliformes no ceco não foi significativamente diferente entre os tratamentos, sendo muito menor ($P < 0,05$) que a contagem de *E. coli* em todas as amostras de ceco. Os mesmos autores ainda relataram que não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos em relação à contagem total de bactérias aeróbicas, anaeróbicas, bactérias ácido lácticas, bifidobactérias, enterococos e *E. coli*.

ERDOGAN et al. (2010) também observaram redução significativa na contagem de coliformes do ceco de frangos que receberam simbiótico, aditivo fitogênico ou a combinação.

MOUNTZOURIS et al. (2011) observaram uma redução significativa na contagem de lactobacilos no ceco de frangos que receberam níveis crescentes (80, 125 e 250 mg/kg de ração) de mistura de óleos essenciais de orégano, anis e laranja e o antibiótico avilamicina em relação ao controle negativo. No entanto, não observaram diferença significativa na contagem de coliformes entre os tratamentos.

ROOFCHAEI et al. (2011) testaram níveis crescentes de óleo essencial de orégano em rações para frangos (300, 600 e 1200 mg/kg) e observaram que os frangos que receberam 300 e 600 mg de óleo essencial de orégano/kg de ração tiveram a menor contagem de *E. coli* em relação aos demais tratamentos. No entanto, não encontraram diferença significativa na contagem de lactobacilos.

Por outro lado, CROSS et al. (2007) não encontraram efeito para contagem de bactérias da microbiota intestinal entre o grupo controle e os demais tratamentos contendo extratos ou óleos essenciais de orégano, manjerição, alecrim e tomilho. Resultado semelhante foi obtido por KIRKPINAR et al. (2011), que não encontraram diferença significativa para a contagem de coliformes intestinais em frangos que receberam óleo essencial de orégano, alho e orégano mais alho em relação aos frangos do tratamento controle. Em suínos, MANZANILA et al. (2011) também não obtiveram efeito significativo para contagem de enterobactérias e lactobacilos utilizando 5% carvacrol, 3% de cinamaldeído e 2% de óleo-resina de pimenta.

Por causa da notável presença da *E. coli* no intestino e porque tem sido demonstrado que representa a maioria da resistência em Enterobacteriaceae (ÖSTERBLAD et al., 2000), esta bactéria serve como um reservatório de genes de resistência a antibióticos dentro do trato gastrointestinal (HUNTER et al., 1992). Além disso, *E. coli* faz intercâmbio de material genético com outras espécies bacterianas (BLAKE et al., 2003), e é possível que este organismo passe a resistência para genes de bactérias patogênicas transitórias que causam a doença em humanos (PHILLIPS et al., 2003). Assim, a *E. coli* é um indicador lógico da medida de resistência aos antibióticos nas populações microbianas do trato gastrointestinal (ALEXANDER et al., 2008).

A atuação dos óleos essenciais modificando a composição da microbiota intestinal permite o estabelecimento de microrganismos benéficos e resulta em efeito positivo no sistema imune. Desta forma, a capacidade do óleo essencial de orégano em reduzir a concentração de enterobactérias no intestino é uma vantagem no uso deste aditivo fitogênico e aponta para o seu potencial em manter a saúde do trato digestório e o desempenho de frangos que receberão rações sem antimicrobianos melhoradores de desempenho.

5 CONCLUSÕES

O óleo essencial de orégano pode ser utilizado como alternativa ao antibiótico sem prejuízo ao desempenho e às características de carcaça de frangos de corte.

Os níveis testados do óleo essencial de orégano reduziram a contagem de coliformes totais, indicando que pode ser utilizado como aditivo zootécnico fitogênico e equilibrador da microbiota intestinal.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, Y.A.; KAMEL, Z.M.; BASHEER, M.N.; RASHA, I.Q. Small intestinal histology, production parameters, and meat quality as influenced by dietary supplementation of garlic (*Allium sativum*) in broiler chicks. *Italian Journal of Animal Science*, v. 9, n. 4, p. 114-119, 2010.

ABEF – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos. Relatório Anual, 2010/2011. Disponível em: www.abef.com.br. Acesso em 14 jun. 2011.

ADAM, K.; SIVROPOULOU, A.; KOKKINI, S.; LANARAS, T.; ARSENAKIS, M. Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi. *Journal Agriculture Food Chemical*, v. 46, p. 1739-1745, 1998.

AKYUREK, H.; YEL, A. Influence of dietary thymol and carvacrol preparation and/or an organic acid blend on growth performance, digestive organs and intestinal microbiota of broiler chickens. *African Journal of Microbiology Research*, v. 5, n. 8, p. 979-984, 2011.

AL-HOWIRINY, T.; ALSHEIKH, A.; ALQASOUMI, S.; AL-YAHYA, M.; ELTAHIR, K.; RAFATULLAH, S. Protective Effect of *Origanum majorana* L. 'Marjoram' on various models of gastric mucosal injury in rats. *The American Journal of Chinese Medicine*, v. 37, n. 3, p. 531-545, 2009.

ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; ÇABUK, M. The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in turkey on broiler performance. *South African Journal of Animal Science*, v. 33, n. 2, p. 89-94, 2003.

ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; ÇABUK, M. The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler performance. *South African Journal of Animal Science*, v. 34, n. 4, p. 217-222, 2004.

ALEXANDER, M. Immune responses to inflammation and essential oils useful in inhibiting them. *The international Journal of Aromatherapy*, v. 11, n. 4, p. 220-224, 2001.

ALEXANDER, T.W.; YANKE, L. J.; TOPP, E.; OLSON, M.E.; READ, R.R.; MORCK, D.W.; McALLISTER, T.A. Effect of subtherapeutic administration of antibiotics on the prevalence of antibiotic-resistant *Escherichia coli* bacteria in feedlot cattle. *Applied and environmental microbiology*, v. 74, n. 14, p. 4405-4416, 2008.

BAIÃO, N.C.; LÚCIO, C.G. Nutrição de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. *Manejo de matrizes pesadas*. Campinas: Facta. 2005. cap.10, p. 198-216.

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. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 10, n. 2, p. 109-115, 2008.

BARTON, D.M. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. *Nutrition Research Reviews*, v. 13, p. 279-299, 2000.

BELLAVER, C.O. **Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves.** Palestra apresentada no Congresso Mercosul de Produção Suína, 2000. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 10 jun. 2009.

BILGILI, S.F.; EGBERT, W.R.; HOFFMAN, D.L. Research note: Effect of post mortem ageing temperature on sarcomere length and tenderness of broiler *pectoralis major*. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 11, p. 1588-1591, 1989.

BLAKE, D.P.; HUMPHRY, R.W.; SCOTT, K.P.; HILLMAN, K.; FENLON, D.R.; LOW, J.C. Influence of tetracycline exposure on tetracycline resistance and the carriage of tetracycline resistance genes within commensal *Escherichia coli* populations. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, p. 1087-1097, 2003.

BORATTO, A.J. Uso de antibiótico, probiótico e de homeopatia para frangos de corte criados em diferentes ambientes térmicos, inoculados ou não com *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1477-1485, 2004.

BOTSOGLU, N. A.; FLOROU-PANERI, P.; CHRISTAKI, E.; FLETOURIS, D.J.; SPAIS, A.B. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. **British Poultry Science**, v. 43, p. 223-230, 2002.

BOTSOGLU, N. A.; GRIGOROPOULOU, S.H.; BOTSOGLU, E.; GOVARIS, A.; PAPAGEORGIOU, G. The effects of dietary oregano essential oil and R-tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. **Meat Science**, v. 65, p. 1193-1200, 2003.

BOZKURT, M.; KÜÇÜKYILMAZ, K.; ÇATH, A.U.; ÇINAR, M. Effect of dietary mannan oligosaccharide with or without oregano essential oil and hop extract supplementation on the performance and slaughter characteristics of male broilers. **South African Journal of Animal Science**, v. 39, n. 3, p. 223-232, 2009.

BRAVO, D.; UTTERBACK, P. PARSONS, C. Evaluation of a mixture of carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin on growth performance and metabolizable energy for broiler chicks. **Octave BOKU-University of Natural Resources and Applied Life Sciences Symposium**, p. 148-152, 2009.

BRESSAN, C. **Efeito dos fatores pré-abate sobre a qualidade dos peitos de frango.** (Tese Doutorado). Campinas, SP: Universidade de Campinas, 1998. 179 p.

BUDKA, D. Foodborne pathogen, *Bacillus cereus*: growth in rice-based foods and inhibitory effects of *Ocimum basilicum*, *Thymus vulgaris* and *Origanum vulgare* and their essential oils. 2007. Disponível em: www.bacteriaclinic.com. Acesso em: 18 jan. 2011.

BUDKA, D.; KHAN, N.A. The Effect of *Ocimum basilicum*, *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare* essential oils on *Bacillus cereus* in Rice-Based Foods. **European Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 1, p. 17-20, 2010.

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

BURT, S.A. **Antibacterial activity of essential oils: potential applications in food.** Ph.D. thesis (Doctoral). Utrecht University, Netherlands, 2007. 135p. Disponível em: <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2007-1129-200539/index.htm>

CALISLAR, S.; GEMCI, I.; KAMALAK, A. Effects of Orego-Stim® on broiler chick performance and some blood parameters. **Journal of animal and veterinary advances**, v. 8, n. 12, p. 2617-2620, 2009.

CAMPBELL, T. W.; DEIN, F. J. Avian Hematology. The Basics. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, v. 14, n. 2, p. 223-248, 1984.

CAMPBELL, T. W. Hematologia de mamíferos não domésticos, aves, répteis, peixes e anfíbios comuns. In: THRALL, M. A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 1 ed. São Paulo, SP: Editora Roca, 2007. p. 215-247.

CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C. Estudo dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, p.419-424, 2003.

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**, v. 39, n. 5, p. 1521-1526, 2009.

CASTRO, M. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 39, número especial, 2005.

CATÃO, R.M.R.; BARBOSA-FILHO, J.M.; LIMA, E.O.; PEREIRA, M.S.V.; SILVA, M.A.R.; ARRUDA, T.A.; ANTUNES, R.M.P. Avaliação da atividade antimicrobiana e efeitos biológicos de riparinas sobre eliminação de resistência a drogas em amostras de *Staphylococcus aureus*. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 42, n. 1, p. 9-14, 2010.

CECHINEL FILHO, V. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química nova**, v. 21, n. 1, p. 99-105, 1998.

CERVANTES, H. Assessing the results of european union ban on antibiotic feed additives. In: 32nd Annual Carolina Poultry Nutrition Conference, Research Triangle Park, North Carolina. **Anais...** Raleigh, NC. USA. North Carolina State University, 2005. p. 38-45. Disponível em: http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/nutrition_conference_proceedings.htm l. Acesso em 12 jun. 2009.

CETINGUL, I.S.; BAYRAM, I.; YARDIMCI, M.; SAHIN, E.H.; SENGOR, E.; AKKAYA, A.B.; UYARLAR, C. Effects of orégano (*Oregano Onites*) on performance, hatchability and egg quality parameters of laying quails (*Coturnix coturnix japônica*). **Italian Journal of Animal Science**, v. 8, p. 467-477, 2009.

CHO, S.; CHOI, Y.; PARK, S.; PARK, T. Carvacrol prevents diet-induced obesity by modulating gene expressions involved in adipogenesis and inflammation in mice fed with high-fat diet. **Journal of Nutritional Biochemistry**, 2011. No prelo.

CLEFF, M.B.; MEINERZ, A.R.M.; SCHUCH, L.F.D.; RODRIGUES, M.R.A.; MEIRELES, M.C.A.; MELLO, J.R.B. Atividade *in vitro* do óleo essencial de *Origanum vulgare* frente à *Sporothrix Schenckii*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 2, p. 513-516, 2008.

COBB-VANTRESS. **Manual de frangos de corte Cobb 500**: suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte. Guapiaçu, SP: Cobb-Vantress Brasil, 2008. 8 p.

COLES, E. H. **Patologia Clínica Veterinária**. 3. ed. São Paulo, SP: Editora Manole, 1984. 566 p.

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

DAHIR, N.J. Effect off lysine and methionine supplementation of low protein roaster diets fed after six weeks of age. **Poultry Science**, v. 62, p. 1572-1575, 1983.

DALLOUL, R.A.; LILLEHOJ, H.S.; SHELLEM, T.A.; DOERR, J.A. Intestinal immunomodulation by vitamin A deficiency and *Lactobacillus*-based probiotic in *Eimeria acervulina*-infected broiler chickens. **Avian Diseases**, v.47, n.4, p. 1313-1320, 2003.

DE PALMA, C.; FALCONE, S.; PANZERI, C.; RADICE, S.; BASSI, M.T.; CLEMENTI, E. Endothelial nitric oxide synthase overexpression by neuronal cells in neurodegeneration: a link between inflammation and neuroprotection. **Journal of Neurochemistry**, v. 106, p. 193-204, 2008.

DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. Lamiales medicinais. In: DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. **Plantas medicinais na Amazônia e na mata atlântica**. 2. ed. São Paulo, SP: UNESP, 2002. cap. 26, p. 406-448.

DI STASI, L.C. Plantas medicinais: verdades e mentiras: o que os usuários e os profissionais da saúde precisam saber. São Paulo, SP: UNESP, 2007.

DIAS - DANISH INSTITUTE OF AGRICULTURAL SCIENCES. Beyond Antimicrobial Growth Promoters in Food Animal Production. DIAS report Animal Husbandry, n. 57, mar. 2004. In: **Working papers from the international symposium: Beyond Antimicrobial Growth Promoters in Food Animal Production Research Centre**, nov. 2002.

DIBNER, J.J.; RICHARDS, J.D. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. **Poultry Science**, v. 84, p. 634-643, 2005.

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

ECONOMOU, G.; PANAGOPOULOS, G.; TARANTILIS, P.; KALIVAS, D.; KOTOULAS, V.; TRAVLOS, I.S.; POLYSIOU, M.; KARAMANOS, A. Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* (L.) and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. **Industrial Crops and Products**, v. 33, p. 236-241, 2011.

ELEIWA, N.Z.H.; EL SAYED, E.M.; NAZIM, A.A. Prophylactic and therapeutic evaluation of the phytobiotic (Orego-stim)[®] in chicken experimentally infected with *E. coli*. **Journal of American Science**, v. 7, p. 91-102, 2011.

ELSON, C. E.; QURESHI, A.A. Coupling the cholesterol- and tumor-suppressive actions of palm oil to the impact of its minor constituents on 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase activity. **Prostaglandins Leukotrienes and Essential fatty acids**, v. 52, p. 205-208, 1995.

ERDOGAN, Z.; ERDOGAN, S.; ASLANTAS, O.; ELIK, S.C. Effects of dietary supplementation of synbiotics and phytobiotics on performance, caecal coliform population and some oxidant/antioxidant parameters of broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 94, p. 40-48, 2010.

ERTAS, O.N.; GÜLER, T.; ÇİFTÇİ, M.; DALKILIÇ, B.; SIMSEK, Ü.G. The effect of an essential oil mix derived from oregano, clove and anise on broiler performance. **International Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 11, p. 879-884, 2005.

FEINMAN, S. Antibiotics in animal feed-drug resistance revisited. **American Society For Microbiology News**, v. 64, n. 1, p. 24-30, 1998.

FERKET, P.R.; SANTOS, A.A.; OVIEDO-RONDÓN, E.O. Dietary Factors that Affect Gut Health and Pathogen Colonization. In: 32nd Annual Carolina Poultry Nutrition Conference, Research Triangle Park, North Carolina. **Anais...** Raleigh, NC. USA. North Carolina State University, p. 1-22, 2005. Disponível em: http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/nutrition_conference/2006/nutrition_2006.pdf. Acesso em: 20 jun. 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar 4.3. 2003. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>>. Acesso em 2010.

FLEMMING, J.S.; FREITAS, R.J.S. Avaliação do efeito de prebióticos (MOS), probióticos (*Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*) e promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, p. 41-47, 2005.

FLOROU-PANERI, P.; PALATOS, G.; GOVARES, A.; BOTSOGLOU, D.; GIANNENAS, I.; AMBROSIADIS, I. Oregano herb versus orégano essential oil as feed supplements to increase the oxidative stability of turkey meat. **International Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 11, p. 866-871, 2005.

FRANCO, S. S.; ROSA, A.P.; LENGLER, S.; ZANELLA, R.U.I.; GRESSLER, C.; SOUZA, H.M. Índices produtivos e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de extrato etanólico de própolis ou promotores de crescimento convencionais. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p.1765-1771, 2007.

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**, v. 30 n. 3, p. 761-765, 2001.

FUDGE, A. M; JOSEPH, V. Avian Complete Blood Count. In: FUDGE, A. M. (Ed.). **Laboratory medicine –avian and exotic pets**. SAUNDERS, 2000. p. 19-27.

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, 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. **Poultry Science**, v.16, p. 555-562, 2007.

GERONIKAKI, A.A.; GAVALAS, A.M. Antioxidants and inflammatory disease: synthetic and natural antioxidants with anti-inflammatory activity. **Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening**, v. 9, p. 425-442, 2006.

GERZILOV, V.; BOZAKOVA, N.; BOCHUKOV, A.; PENCHEV, G.; LYUTSKANOV, S.; POPOVA-RALCHEVA, S.; SREDKOVA, V. Influence of the prebiotic salgard and a herb mixture on pekin ducklings in organic poultry production i. growth performance and blood biochemical parameters. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 27, p. 33-43, 2011.

GIANNENAS, I.; FLOROU-PANERI, P.; PAPAZHARIADOU, M.; CHRISTAKI, E.; BOTSOGLOU, 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**, v.57, p. 99-106, 2003.

GIANNENAS, I.; FLOROU-PANERI, P.; PAPAZHARIADOU, M.; CHRISTAKI, E.; BOTSOGLOU, N.A.; SPAIS, A.B. Effect of diet supplementation with ground oregano on performance of broiler chickens challenged with *Eimeria tenella*. **Archiv fur Geflugelkunde**, v. 68 n. 6, p. 247-252, 2004. Disponível em: <http://www.informaworld.com/Abstrat>. Acesso em: 20 jun. 2009.

GOMÉZ, M.J.M.; SEBASTIÁN, V.V.; CALLE, R.C. **Fitoterapia para las infecciones respiratorias y el asma**. IN: GARCÍA, E.C.; SOLÍS, I.M. Manual de fitoterapia. Elsevier España. cap. 9. p. 118, 2007.

HASHIMI, S.R.; DAVOODI, H. Phytochemicals as new class of feed additive in poultry industry. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 19, p. 2295-2304, 2010.

HENN, J.D.; BERTOL, T.M.; MOURA, N.F.; COLDEBELLA, A.; BRUM, P.A.R.; CASAGRANDE, M. Oregano essential oil as food additive for piglets: antimicrobial and antioxidant potential. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1761-1767, 2010.

HERNÁNDEZ, F.; MADRID, J.; GARCÍA, V.; ORENGO, J.; MEGÍAS, M.D. Influence of the plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. **Poultry Science**, v. 83, p. 169-174, 2004.

HOROSOVÁ, K.; BUJNÁKOVÁ, D.; KMET, V. Effect of oregano essential oil on chicken Lactobacilli and *E. coli*. **Folia Microbiology**, v. 51, n. 4, p. 278-280, 2006.

HUNTER, E.B.; SHELLEY, J.C.; WALTON, J.R.; HART, C.A.; BENNETT, M. Apramycin resistance plasmids in *Escherichia coli*: possible transfer to *Salmonella typhimurium* in calves. **Epidemiology e infection**, v. 108, p. 271-278, 1992.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed., São Paulo, v. 1, 1985. 533 p.

JAIN, N. C. **Essential of Veterinary Hematology**. Lea & Febiger: Philadelphia, 1993. 417 p.

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, p. 304-315, 2007.

JAMROZ, D., KAMEL, C. Plant extracts enhance broiler performance. **Journal of Animal Science**. v.80, p.41, 2002.

JAMROZ, D.; WILICZKIEWICZ, A.; WERTELECKI, T.; ORDA, J.; SCORUPINSKA, 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.

JESUS, D.N.C. **Avaliação dos efeitos da adição do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) na dieta sobre a fisiologia e a produtividade de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007. 106 p.

KAMEL, C. Natural plant extracts: classical remedies bring modern animal production solutions. **Cahiers Options Méditerranéennes**, v. 54, p. 31-38, 2001.

KANEKO, J. J. Appendixes. In: KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. p. 877-901.

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

KIM, D.K.; LILLEHOJ, H.S.; LEE, S.H.; JANG, S.I.; BRAVO, D. High-throughput gene expression analysis of intestinal intraepithelial lymphocytes after oral feeding of carvacrol, cinnamaldehyde, or *Capsicum* oleoresin. **Poultry Science**, v. 89, p. 68-81, 2010.

KIM, Y.J.; JIN, S.K.; YANG, H.S. Effect of dietary garlic bulb and husk on the physicochemical properties of chicken meat. **Poultry Science**, v. 88, p. 398-405, 2009.

KIRKPINAR, F.; ÜNLÜ, H.B.; ÖZDEMİR, G. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. **Livestock Science**, v. 137, p. 219-225, 2011.

KONEMAN, E.W. ALLEN, S.D.; JANDA, W.M.; SCHRECKENBERGER, P.C.; WINN JR, W.C. **Diagnóstico Microbiológico**. MEDSI. 5. ed. São Paulo, 2001. 1100 p.

LAMBERT, R.J.; SKANDAMIS, P.N.; COOTE, P.J.; NYCHAS, G.J. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of Applied Microbiology**, v. 91, p. 453-462, 2001.

LANGHOUT, P. New additives for broiler chickens. **World Poultry**, v. 16, n.3, p. 22-27, 2000.

LARA Y LARA, P. E. ORTIZ, M.F.I.; URQUIZO, E.A.; GARCÍA, J.R.S. Harinas de hojas de plantas aromáticas como fitoterapêuticos em pollos de engorda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.3, p. 294-298, 2010.

LECLERCQ, B. Les rejets azotés issus de l' aviculture : importance et progrès envisageables. **Journal of Animal Production**, v. 9, p. 91-101, 1996.

LEE, K.W.; EVERTS, H.; 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**, v. 44, n. 3, p. 450-457, 2003.

LEE, K.W.; EVERTS, H.; KAPPERT, H.J.; YEOM, K.H.; BEYNEN, A.C. Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. **Poultry Science**, v. 12, p. 394-399, 2003b.

LENUTA, F.; COSTĂCHESCU, E.; HOHA, G.; LEONTE, G. The effect of oregano essential oil (*Origanum vulgare* L.) on broiler performance. **Journal Lucrări Științifice - Seria Zootehnie**, v. 53, 2009.

LEVKUT, M.; MARCIN, A.; REVAJOVÁ, V.; LENHARDT, L.; DANIELOVI, I.; HECL, J.; BLANÁR, J.; LEVKUTOVÁ, M.; PISTL, J. Influence of oregano extract on the intestine, some plasma parameters and growth performance in chickens. **Acta Veterinaria (Beograd)**, v. 61, n. 2-3, p. 215-225, 2011.

LIHUA, C.; YING, Y.; YIFU, L.; LEI, C. Effect of oregano oil on growth performance and carcass quality of broilers. **China Poultry**, v. 29, p. 9-11, 2007.

LILLEHOJ, H.S.; KIM, D.K.; BRAVO, D.M.; LEE, S.H. Effects of dietary plant-derived phytonutrients on the genome-wide profiles and coccidiosis resistance in the broiler chickens. **Bio Med Central Proceedings**, v. 5, suplem 4, p. 34-42, 2010.

LOIZZO, M.R.; MENICHINI, F.; CONFORTI, F.; TUNDIS, R.; BONESI, M.; SAAB, A.M.; STATTI, G.A.; CINDIO, B.; HOUGHTON, P.J.; MENICHINI, F.; FREGA, N.G. Chemical analysis, antioxidant, antiinflammatory and anticholinesterase activities of *Origanum ehrenbergii* Boiss and *Origanum syriacum* L. essential oils. **Food Chemistry**, v.117, p. 174-180, 2009.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: exóticas e cultivadas**. 2. ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 364 p.

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

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SILVA, A.V.F.; BRUNO, L.D.G.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento do trato gastrointestinal de embriões oriundos de matrizes pesadas de 30 e 60 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, p.141-148, 2000.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SUGETA, S.M.; ALMEIDA, J.G.; MACARI, M. Utilização de prebióticos, probióticos ou simbióticos em dietas para frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n.1, 2001.

MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; MORGULIS, M.S.F.A. Broiler adaptation to post-hatching period. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 701-708, 2006.

MANZANILA, E.G.; PEREZ, J.F.; MARTIN, M.; BLANDON, J.C.; BAUCCELLS, F.; KAMEL, C.; GASA, J. Dietary protein modifies effect of plant extracts in the intestinal ecosystem of the pig at weaning. **Journal Animal Science**, v. 87, p. 2029-2037, 2009.

MAPA – MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Lista dos aditivos proibidos na alimentação animal e legislação correspondente, 2007. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2009.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M.; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV - Imprensa Universitária, 1995. 220 p.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; SINGSEN, E.P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Agricultural Experiment Station Storrs: The University of Connecticut. Research report. v. 7, n. 3, 1965. 22 p.

MICHIELS, J.; MISSOTTEN, J.; DIERICK, N.I.; FREMAUT, D.; MAENE, P.; SMET, S.D. *In vitro* degradation and *in vivo* passage kinetics of carvacrol, thymol, eugenol and *trans*-cinnamaldehyde along the gastrointestinal tract of piglets. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p. 2371-2381, 2008.

MITSCH, 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 broilers chickens. **Poultry Science**, v. 83, p. 669-675, 2004.

MOUNTZOURIS, K.C.; PARASKEVAS, V.; FEGEROS, K. Phytogetic compounds in broiler nutrition. In: STEINER, T. (Ed.). **Phytogetics in Animal Nutrition**. Nottingham University Press, Nottingham, 2009. cap. 6, p. 97-110.

MOUNTZOURIS, K.C.; PARASKEVAS, V.; TSIRTSIKOS, P.; PALAMIDI, I.; SCHATZMAYR, G.; FEGEROS, K. Assessment of a phytogetic feed additive effect on broiler growth performance, nutrient digestibility and caecal microflora composition. **Animal Feed Science and Technology**. v. 168, n. 3, p. 223-231, 2011.

NAJAFI, P.; TORKI, M. Performance, blood metabolites and immunocompetence of broilers chicks fed diets included essential oils and medicinal herbs. **Journal of animal and veterinary advances**, v. 9, n. 7, p. 1164-1168, 2010.

NAMKUNG, H.; LI, M.; GONG, J.; YU, H.; COTTRILL, M.; LANGE, F.M. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. **Canadian Journal Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 697-704, 2004.

NATT, M. P.; HERRICK, C. A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. **Poultry Science**, v. 31, p. 735-738, 1951.

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

OJEU. Official Journal of the European Union. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and the Council of 22 of September of 2003 on Additives for Use in Animal Nutrition. Pages L268/29-L268/43 in OJEU of 10/18/2003.

OLIVEIRA, J.L.T.M.; DINIZ, M.F.M.; LIMA, E.O.; SOUZA, E.L.; TRAJANO, V.N.; SANTOS, B.H.C. Effectiveness of *Origanum vulgare* L. and *Origanum majorana* L. essential oils in inhibiting the growth of bacterial strains isolated from the patients with conjunctivitis. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 52 n. 1, p. 45-50, 2009.

OLIVEIRA, M.C.; MORAIS, V.M.B. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 339-357, 2007.

OLIVEIRA, N.T.E.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; FERREIRA, K.S. Triglicerídeos sanguíneos e composição química da carne de codornas alimentadas com bixina e niacina suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1227-1233, 2006.

OLIVEIRA, R.A.G.; LIMA, E.O.; VIEIRA, W.L.; FREIRE, K.R.L.; TRAJANO, V.N.; LIMA, I.O.; SOUZA, E.L.; TOLEDO, M.S.; SILVA-FILHO, R.N. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 1, p. 77-82, 2006.

ÖSTERBLAD, M.; HAKANEN, A.; MANNINEN, R.; LEISTEVUO, T.; PELTONEN, R.; MEURMAN, O.; HUOVINEN, P.; KOTILAINEN, P. A between-species comparison of antimicrobial resistance in Enterobacteria in fecal flora. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 44, n. 6, p. 1479-1484, 2000.

OVIDO-RONDÓN, E.O.; CLEMENTE-HERNÁNDEZ, S.; SALVADOR, F.; WILLIAMS, P.; LOSA, R. Essential oils on mixed coccidian vaccination and infection in broilers. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 8, p. 723-730, 2006.

ÖZCAN, M.M.; EREL, Ö.; HERKEN, E.E. Antioxidant activity, phenolic content, and peroxide value of essential oil and extracts of some medicinal and aromatic plants used as condiments and herbal teas in turkey. **Journal of medicinal food**, v. 12 n. 1, p. 198-202, 2009.

PAIM, F.C.; TRAESEL, C.K.; LOPES, S.T.A.; SCHMIDT, C.; SILVA, C.B.; WOLKMER, P.; COSTA, M.M. Bioquímica sérica de frangos de corte suplementados com óleos essenciais na ração. **Anais... 35º Conbravet – Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**. Gramado: RS, 2008. Disponível em: www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/.../R0649-1.pdf . Acesso em: 20 jun 2011.

PALERMO-NETO, J.; ALMEIDA, R. T. de. Antimicrobianos como aditivos em animais de produção. In: SPINOSA, H. de S., GÓRNIAK, S. L., BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara-Koogan, 2002. 567 p.

PARRADO, S.M.; CHAMARRO, J.S.; SERRANO, L.V. Estudio preliminar: orégano como promotor de crecimiento em lechones destetados. **Revista de Medicina Veterinária**, n. 12, p. 81-88, 2006.

PEDROSO, A.A.; OETTING, L.L.; UTIYAMA, C.E.; MENTEN, J.F.M.; LAMBAIS, M.R.; MIYADAS, V.S. Variabilidade espacial da comunidade bacteriana intestinal de suínos suplementados com antibióticos ou extratos herbais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1225-1233, 2005.

PEREIRA, C.A.M.; MAIA, J.F. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 624-632, 2007.

PEREIRA, M.C.; VILELA, G.R.; COSTA, L.M.A.; SILVA, R.F.; FERNANDES, F.; FONSECAS, E.W.N.; PICCOLE, R.H. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência e agronegócio**, v. 30, n. 4, p. 731-738, 2006.

PERIĆ, L.; MILOŠEVIĆ, N.; ŽIKIĆ, D.; BJEDOV, S.; CVETKOVIĆ, D.; MARKOV, S.; MOHNL, M.; STEINER, T. Effects of probiotic and phytogetic products on performance, gut morphology and cecal microflora of broiler chickens. **Archiv Tierzucht**, v. 3, p. 350-359, 2010.

PHILLIPS, I.; CASEWELL, M.; COX, T.; GROOT, B.D.; FRIIS, C.; JONES, R.; NIGHTINGALE, C.; PRESTON, R.; WADDELLS, J. Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 53, p. 28-52, 2003.

PINTO, A.C. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Suplemento 1, p. 45-61, 2002.

PRESCOTT, J.F. Quimioterapia antimicrobiana. In: HIRSH, D.H.; ZEE, Y.C. **Microbiologia Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. cap. 4, p. 27-42.

REVAJOVÁ, V.; PISTI, J.; LEVKUT, M.; MARCIN, A. Influence of oregano and salvia extracts on lymphocyte subpopulation and functional activity of blood phagocytes and lymphocytes in chickens. **Food and Agricultural Immunology**, v. 21, n. 4, p. 307-316, 2010.

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**, v. 39, n. 4, p. 801-807, 2010.

ROOFCHAE, A.; IRANI, M.; EBRAHIMZADEH, M.A.; AKBARI, M.R. Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 32, p. 6177-6183, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, L.S.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.

ROY, P.; DHILLON, A.S.; LAUERMAN, L.H.; SCHABERG, D.M.; BANDLI, D.; JOHNSON, S. Results of salmonella isolation from poultry products, poultry, poultry environment, and other characteristics. **Avian Diseases**, v.47, p.17-24, 2002.

SANTOS, B.M.; PINTO, A.S.; FARIA, J.E. **Terapêutica e desinfecção em avicultura**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 87p.

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C.M.O. (Ed). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto Alegre, Florianópolis: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. cap. 16, p. 333-364.

SANTURIO, J.M.; SANTURIO, D.F.; POZZATTI, P.; MORAES, C.; FRANCHINI, 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**, v. 37, n. 3, p. 803-808, 2007.

SARAC, N.; UGUR, A. Antimicrobial activities of the essential oils of *Origanum onites* L., *Origanum vulgare* L. Subspecies *hirtum* (Link) Ietswaart, *Satureja thymbra* L., and *Thymus cilicicus* Boiss. & Bal. growing wild in turkey. **Journal of medicinal food**, v. 11, n. 3, p. 568-573, 2008.

SARICA, S.; CORDUK, M.; YARIM, G.F.; YENISEHIRLI, G.; KARATAS, U. Effect of novel feed additives in wheat based diets on performance, carcass and intestinal tract characteristics of quail. **South African Journal of Science**, v. 39, n. 2, p. 144-157, 2009.

SHELZ, Z.; MOLNAR, J.; HOHMANN, J. Antimicrobial and antiplasmid activities of essential oils, **Fitoterapia**, v. 77, p. 279-285, 2006.

SCHEUERMANN, G.N.; CUNHA JUNIOR, A.; CYPRIANO, L.; GABBIN, A.M. Phytogetic additive as an alternative to growth promoters in broiler chickens. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 522-527, 2009.

SCHMIDT, E.M.S.; LOCATELLI -DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A.C. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 3, p. 9-20, 2007.

SCHNEIDER, B.A.; FLAT, W.P. **The eval of feeds through digest exper.** Athens: The University of Georgia, 1975. 423p.

SHARMA, J.M. Avian Immunology. In: PASTORET, P.P.; GRIEBEL, P.; BAZIN, H.; GOVAERTS, A. **Handbook of vertebrate immunology**. London: Academic, 1998. p.73-136.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, M.A.; PESSOTTI, B.M.S.; ZANINI, S.F.; COLNAGO, G.L.; RODRIGUES, M.R.A.; NUNES, L.C.; ZANINI, M.S.; MARTINS, I.V.F. Intestinal mucosa structure of broiler chickens infected experimentally with *Eimeria tenella* and treated with essential oil of oregano. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1471-1477, 2009.

SIMITZIS, P.E.; SYMEON, G.K.; CHARISMIADOU, M.A.; BIZELIS, J.A.; DELIGEORGIS, S.G. The effects of dietary oregano oil supplementation on pig meat characteristics. **Meat Science**, v. 84, p. 670-676, 2010.

SIMÕES, C.M.O. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto Alegre, Florianópolis: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. cap. 18, p.397-425.

SIVROPOULOU, A.; PAPANIKOLAOU, E.; NIKOLAOU, C.; KOKKINI, S.; LANARAS, T.; ARSENAKIS, M. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 5, p. 1202-1205, 1996.

SOLTAN, M.A.; SHEWITA, R.S.; EL-KATCHA, M.I. Effect of dietary anise seeds supplementation on growth performance, immune response, carcass traits and some blood parameters of broiler chickens. **International Journal of Animal Poultry Science**, v. 7, n. 11, p.1078-1088, 2008.

SOUZA, M.H.L.; ELIAS, D.O. **Princípio de hematologia e hemoterapia**. Rio de Janeiro: Editorial Alfa Rio, 2005.

SOUZA, E.L.; STAMFORD, T.L.M.; LIMA, E.O.; TRAJANO, V.N.; BARBOSA FILHO, J.M. Antimicrobial effectiveness of spices: an approach for use in food conservation systems. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 48, n. 4, p. 549-558, 2005.

SUGETA, S. M.; BERSCH, F.X.; BUENO, C.J.C. et al. Substituição dos melhoradores de desempenho por probióticos na dieta de frangos de corte. **Revista Brasileira de ciência Avícola**, v. 6, suplemento, p. 53, 2004.

SUZUKI, O.H.; FLEMMING, J.S.; SILVA, M.E.T. Uso de óleos essenciais na alimentação de leitões. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 6, n. 4, p. 519-526, 2008.

TAVARES, W. Bactérias gram-positivas problemas: resistência do estafilococo, do enterococo e do pneumococo aos antimicrobianos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 33, n.3, p. 281-301, 2000.

TEIXEIRA, E.N.M. **Uso de óleo de erva-doce e prebiótico na ração de frangos alojados em cama nova e reciclada.** Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, 2009. 94 p.

TEKELİ, A.; ÇELİK, L.; KUTLU, H. R.; GÖRGÜLÜ, M.. Effect of dietary supplemental plant extracts on performance, carcass characteristics, digestive system development, intestinal microflora and some blood parameters of broiler chicks. In: XII European Poultry Conference, **Anais...** Verona, 2006.

THOMKE, S.; ELWINGER, K. Growth promotants in feeding pigs and poultry. II Mode of action of antibiotic growth promotants. **Annales zootechnie**, v. 47, p. 153-167, 1998.

TOGHYANI, M.; TOHIDI, M.; GHEISARI, A.A.; TABEIDIAN, S.A. Performance, immunity, serum biochemical and hematological parameters in broiler chicks fed dietary thyme as alternative for an antibiotic growth promoter. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 40, p. 6819-6825, 2010.

TOGHYANI, M.; TOGHYANI, M.; GHEISARI, A.; GHALAMKARI, G.; MOHAMMADREZAEI, M. Growth performance, serum biochemistry and blood hematology of broiler chicks fed different levels of black seed (*Nigella sativa*) and peppermint (*Mentha piperita*). **Livestock Science**, v. 129, p. 173-178, 2010b.

TOGHYANI, M.; MOUSAVI, S.; MODARESI, M. Effect of water extract of marjoram (*Origanum Majorana* L.) as an alternative to antibiotic growth promoter on immunity and serum lipid profile of broiler chicks. 2nd International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering, 2010c.

TOGHYANI, M.; TOGHYANI, M.; GHEISARI, A.; GHALAMKARI, G.; EGHBALSAIED, S. Evaluation of cinnamon and garlic as antibiotic growth promoter substitutions on performance, immune responses, serum biochemical and hematological parameters in broiler chicks. **Livestock Science**, v. 138, p. 167-173, 2011.

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

TOLLBA, A.A.H.; SHABAAN, S.A.M.; ABDEL-MAGEED, M.A.A. Effects of using aromatic herbal extract and blended with organic acids on productive and physiological performance of poultry. **Egyptian Poultry Science**, v. 30, 229-248, 2010.

TRAESEL, C.K.; WOLKMER, P.; SCHMIDT, C.; SILVA, C.B.; PAIM, F.C.; SANTURIO, J.M.; LOPES, S.T.A. Serum biochemical profile and performance of broiler chickens fed diets containing essential oils and pepper. **Comparative Clinical Pathology**, v. 20, n. 5, p. 453-460, 2010.

TSINAS, A.; GIANNENAS, I.; VOIDAROU, C.; TZORA, A.; SKOUFOS, J. Effects of an orégano based dietary supplement on performance of broiler chickens experimentally infected with *Eimeria acervulina* and *Eimeria máxima*. **Japan Poultry Science**, v. 48, p. 194-200, 2011.

ULTEE, A.; KETS, P.W.; SMID, E.J. Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and environmental microbiology**, v. 65, n. 10, p. 4606-4610, 2011.

VEIGA JUNIOR, V.F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 108-313, 2008.

WALDENSTEDT, L. Effect of vaccination against coccidiosis in combination with an antibacterial oregano (*Origanum vulgare*) compound in organic broiler production. **Acta Agriculture Scandinavica**, v. 53, p. 101-109, 2003.

WALTER, B.M.; BILKEI, G. Immunostimulatory effect of dietary oregano etheric oils on lymphocytes from growth-retarded, low-weight growing-finishing pigs and productivity. **Tijdschrift voor Diergeneeskunde**, v. 129, n. 6, p. 178-181, 2004.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Antibiotic resistance: synthesis of recommendations by expert policy groups. Boston, MA, United States of America, 2001.

WINDISCH, W.; SCHEDULE, K.; PLITZNER, C.; KROISMAYR, A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 140-148, 2008.

WINTROBE, M. M. Variations in the size and hemoglobin content of eritrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica. Internationales Magazin fur Slutforschung**, Leipzig, v. 51, p. 31, 1933.

ZHANG, K.Y. WANG, Y.; GU, Q.; LI, W. Evaluation of microencapsulated essential oils end organic acids in diets for broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 9, p. 612-619, 2005.

ZHOU, X.; WANG, Y.; GU, Q.; LI, W. Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken. **Poultry Science**, v. 89, p. 588-593, 2010.

ANEXOS

Anexo A - Temperaturas máximas e mínimas semanais durante o experimento.

Semanas	Temperatura Mínima °C	Temperatura Máxima °C
1	21,57	22,43
2	22,57	24,29
3	22,43	25,14
4	21,57	25,29
5	23,21	26,43
6	22,75	23,75