

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

**ADITIVOS FITOGÊNICOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE:
DESEMPENHO, QUALIDADE DE CARNE E ESTABILIDADE
OXIDATIVA DA CARNE E SANGUE**

AMANDA DA LAPA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
mestre.

Botucatu - SP
Fevereiro - 2015

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

**ADITIVOS FITOGÊNICOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE:
DESEMPENHO, QUALIDADE DE CARNE E ESTABILIDADE
OXIDATIVA DA CARNE E SANGUE**

AMANDA DA LAPA SILVA
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Sartori
Co-orientador: Dr. Vitor Barbosa Fascina

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do
título de mestre.

Botucatu - SP
Fevereiro - 2015

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

Silva, Amanda da Lapa, 1990-
S586a Aditivos fitogênicos na dieta de frangos de corte :
de- sempenho, qualidade de carne e estabilidade
oxidativa da carne e sangue / Amanda da Lapa Silva. -
Botucatu : [s.n.], 2015
viii, 68 f. : grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual
Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,
2015
Orientador: José Roberto Sartori
Coorientador: Vitor Barbosa Fascina
Inclui bibliografia:

1. Frangos de corte. 2. Carne - Qualidade. 3.
Oxidação. 4. Aditivos. I. Sartori, José Roberto. II.
Fascina, Vitor Barbosa. III. Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia. VI. Título.

“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você estará fazendo o impossível.”

São Francisco de Assis

O coração do homem traça o seu caminho, mas o

Senhor lhe dirige os passos.

Prov. 16, v.9.

Aos meus queridos e amados avós D. Eva e Seu Jorge, D. Maria (*in memoriam*) e Seu José por serem à base de demonstração de amor e da verdadeira família.

Dedico

Aos meus pais Lourdes e Ademir pela enorme dedicação e amor oferecidos durante todos esses anos, pelos ensinamentos que ajudaram a construir o meu caráter, e os meus valores. Por todas as conversas que sempre me motivaram e me conduziram as melhores escolhas. Pelas orações no momento de fragilidade, e por me ensinarem que a Fé é fundamental para mover sonhos.

Aos meus irmãos Letícia e Vinícius por serem a prova de amor mais concreta que existe, pelos abraços de saudades e pelas palavras carinhosas que me motivaram durante todos os dias.

Ao meu namorado Diego, pelas palavras de conforto e carinho que não permitiram que desanimasse em nenhum momento, por todo companheirismo e amor demonstrado, pela paciência principalmente nos dias mais difíceis, por estar lado a lado em busca da paz e sonhando todos os meus sonhos.

Amo vocês!

Ofereço

Agradecimentos

Agradeço a *Deus* que me deu persistência e sabedoria para discernir sobre as melhores escolhas, pelo amparo em dias de angústia, pelas conquistas e bênçãos alcançadas até hoje, pela proteção divina e principalmente pelo dom da vida.

Ao meu anjo da guarda por servir e guiar todos os meus passos, fazendo sempre com que eu compreenda e lembre que nunca estou sozinha. Vencendo a tristeza, os sentimentos negativos e o medo com o simples invocar do seu nome.

Estendo meu imenso agradecimento aos meus amados pais Lourdes e Ademir e meus irmãos Leticia e Vinicius, pela enorme dedicação e compreensão durante esta fase, por todos os valores por eles repassados durante minha criação, e principalmente por me ensinarem o verdadeiro AMOR. A toda a minha família, que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação.

Ao meu querido orientador Prof. José Roberto Sartori, pela oportunidade, confiança e pelos ensinamentos durante esses anos. Espero ter contribuído ao Laboratório na mesma proporção que me foi contribuído e ensinado.

Ao meu querido amigo e co-orientador Vitor Barbosa Fascina por toda a amizade, pelos desabafos, as broncas e os ensinamentos, você faz parte desse crescimento, e dedico a você essa conquista, não tenho nem como agradecer, obrigada gordinho, eu amo você!

A toda equipe do Laboratório de Nutrição de Aves, entre os que ainda estão aqui e os que já foram: Natani, Mônica, Guilherme, Paola, Mayara, Juliana, Tatiane, Everton, Nathalia, Mariana, Daniella, Dhalsin, Francine, Jéssica, Fabiana e Juliana Denadai, por toda ajuda prestada, pois sei que sem vocês esse projeto não teria sido possível, pelas caronas, pela amizade, pelos momentos de cumplicidade e pela risada proporcionada, principalmente na hora do café! A minha eterna gratidão pela ajuda de vocês! *“Nenhum de nós é bom o suficiente, quanto todos nós juntos!”*

Ao Wanderlei Thiago, técnico do Laboratório, por toda ajuda prestada, você é fundamental a nossa equipe.

Aos funcionários da fábrica de ração: Sérgio, Nico e Alexandre por serem tão queridos, e por trabalharem muito para ajudar durante a realização do meu experimento.

Agradeço, especialmente, ao Prof. Roberto de Oliveira Roça, por compartilhar a sua equipe e laboratório para a condução de parte do experimento.

Aos professores do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ, entre eles, o Prof. Antonio Celso Pezzato, Prof. Luiz Edivaldo Pezzato, Prof.^a Margarida

Maria Barros e Prof. Dirlei Antonio Berto, pelas palavras de incentivo e ensinamentos durante o período em Botucatu. Estendo o agradecimento às secretárias da Pós Graduação Seila Cristina e Ellen Cassemiro por estarem sempre dispostas a nos ajudar.

Aos amigos conquistados durante o Mestrado, Eric, João, Carol, Carol do Vitão, Luan, Denise, e principalmente a Cássia e a Vanessa que além de amigas, compartilhamos a mesma moradia. Vocês tem grande valor nessa minha conquista.

Ao meu querido e amado companheiro de vida, Diego Henrique Cotrim Santos, o meu eterno agradecimento, por todos os momentos de compreensão e companheirismo prestado durante esses anos, tenho certeza que a sua presença é obra divina, e chego a não ter palavras para expressar o quão importante é te ter nessa caminhada, eu amo muito você!

Aos meus amigos e colegas de profissão, que mesmo distante se fizeram presentes em todos os momentos, em especial o Keny e a Diana pelas inúmeras demonstrações de amizade nos bons e maus momentos, pelo companheirismo e por me ensinarem que os verdadeiros amigos são para eternidade.

Aos eternos professores e amigos que fiz em Ilha Solteira, em especial Prof. Antonio Carlos de Laurentiz, ao Prof. Hélio Takashi Okuda, e a Prof.^a Rosemeire Filardi, que sem o apoio de vocês eu não teria chego até aqui, obrigada por confiarem em mim, e por estarem ao meu lado, a minha eterna gratidão.

A todos os professores e coordenadores do Instituto *Acaia Sagarana*, em especial a Ana Inoue, por proporcionar os primeiros passos em direção a Universidade, despertando em nós a sede do conhecer, principalmente, por confiar e acreditar no potencial de cada um.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Processo nº 2013/13589-2) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos durante o mestrado.

“Ninguém é suficientemente perfeito, que não possa aprender com o outro e, ninguém é totalmente destituído de valores que não possa ensinar.”

—*Francisco de Assis*

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas basais.	56
Tabela 2. Atividade de inibição do DPPH (EC 50) dos antioxidantes.	57
Tabela 3. Desempenho de frangos de corte alimentados com níveis de aditivos fitogênicos (AF).	58
Tabela 4. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade.	59
Tabela 5. Metabolizabilidade (%) dos nutrientes de dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) para frangos de corte no período de 25 a 35 dias de idade.	60
Tabela 6. Médias de pH, perda de água por cocção (PPC), perda de água por exsudação (PPE) coloração (L*, a*, b*) e força de cisalhamento (FC) de peitos de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade.	61
Tabela 7. Valores de TBARS (mg de MDA/kg da amostra) na carne de peito de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade, em diferentes períodos de armazenamento.	62
Tabela 8. Efeitos da suplementação de aditivos fitogênicos (AF) nos níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e colesterol no soro sanguíneo em frangos de corte aos 42 dias de idade.	63
Tabela 9. Atividade enzimática e concentração de malonaldeído (MDA) no soro de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas de aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade.	64
Tabela 10. Concentrações de proteína total e glicose no soro de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas de aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade.	65

Lista de Figuras

- Figura 1. Temperatura do ar (T°C) as 8 e 18 horas em galpão de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos. **42**
- Figura 2. Índice de temperatura e umidade (ITU) as 8 e 18 horas em galpão de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos. **43**

Sumário

CAPÍTULO I.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
1.1. Aditivos fitogênicos	4
1.1.1 Ação antimicrobiana.....	7
1.1.2 Ação antioxidante.....	8
1.1.3 Ação dos aditivos na metabolizabilidade da dieta.....	11
1.2 Alecrim do Campo (<i>Baccharis dracunculifolia</i>).....	12
1.3. Alho (<i>Allium sativum L.</i>)	13
1.4. Erva Mate (<i>Ilex paraguariensis</i>)	14
1.5. Boldo do Chile (<i>Peumus boldus</i>)	15
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVO	16
3. REFERÊNCIAS.....	17
CAPÍTULO II.....	31
Aditivos fitogênicos na dieta de frangos de corte: desempenho, qualidade de carne e estabilidade oxidativa da carne e sangue.....	32
Resumo.....	32
Introdução.....	34
Material e métodos.....	35
Resultados e Discussão	42
Conclusão	49
Referências	50
CAPÍTULO III	66
Implicações.....	67

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Introdução

O mercado avícola mundial teve crescimento expressivo nas últimas décadas, sendo sua expansão relacionada à demanda comercial e produtiva que se movimenta de forma dinâmica, cujos efeitos são dimensionados em grande escala e padrão tecnológico exigido para a atividade, caracterizando altos índices de crescimento e produtividade.

Nesse contexto o Brasil manteve o terceiro lugar como maior produtor mundial com 12,308 milhões de toneladas de carne de frango, seguindo essa mesma onda de crescimento, aproximando-se da China com 13,500 milhões, precedida apenas pelos Estados Unidos com 16,958 milhões de toneladas em 2013. Nas exportações, o Brasil lidera o ranking de volume exportado de carne de frango com 3,918 milhões de toneladas, seguido por Estados Unidos com 3,354 e a União Europeia com 1,095 milhões de toneladas. Cerca de 69% do total da carne de frango produzida no Brasil é destinada ao mercado interno, com consumo que chega a 41,8 kg por habitante ao ano, e os 30% restantes são exportados a outros países (UBABEF, 2014).

Para sustentar o desenvolvimento de toda a cadeia produtiva avícola no mercado mundial de carnes têm-se inúmeros fatores, que possibilitam a obtenção de elevados índices zootécnicos. Dentre estes fatores, os custos com a alimentação animal são responsáveis pela maior parte dos custos totais de produção. Portanto, as necessidades de ingredientes alternativos com intuito de melhorar a eficiência da ração e a estabilidade oxidativa do organismo animal e dos produtos cárneos têm estimulado o desenvolvimento de novas pesquisas baseadas em nutrientes que melhorem a função imune e digestiva dos animais (RIZZO et al., 2010).

Com o aumento da competitividade por mercados, os processadores de carne buscam constantemente alternativas para produção de produtos cárneos mais saudáveis. Em estudos publicados nos últimos anos, observa-se que a aplicação de antioxidantes naturais tem abrangido toda a cadeia de produção de carnes, buscando adaptar e desenvolver novos conceitos que visem melhorar a qualidade da carne, não se restringindo apenas nos produtos finais, sendo que uma diversidade de antioxidantes naturais tem sido estudada para tal fim (BRENES et al., 2010; DONG et al., 2011; ZHANG et al., 2013). Os antioxidantes naturais são utilizados para combater e retardar as alterações oxidativas nos produtos cárneos que, embora manipulados e mantidos em

condições adequadas de embalagem e temperatura, ficam expostos à deterioração, promovida por ações de enzimas, oxigênio existente no meio, temperatura e luminosidade (OLIVO, 2006).

A carne de frango é mais suscetível à oxidação lipídica do que a carne bovina e suína, pois possui maior proporção de ácidos graxos poli-insaturados na sua composição, originando radicais livres, formando óxidos de colesterol, alterando a composição de ácidos graxos e a produção de compostos voláteis. Estes promovem alterações sensoriais, ocasionando redução do valor nutricional e formação de compostos tóxicos durante o processamento e armazenamento (MELO; GUERRA, 2002; KARPINSKA; BOROWSKI; DANOWSKA-OZIEWICZ, 2001). Dessa forma, busca-se a utilização de antioxidantes para retardar a oxidação de alimentos durante processamento e estocagem, aumentando a vida útil desses produtos (CASTRO, 2008).

A utilização de antioxidantes naturais além de conferir as características organolépticas desejadas, também pode auxiliar na preservação da carne, prevenindo ou retardando sua deterioração durante o processamento ou armazenamento (MARIUTTI, 2009). Recentemente, as propriedades funcionais dos extratos de plantas têm sido investigadas devido, tanto ao seu potencial antioxidante, como pelas suas atividades terapêuticas (VALENCIA, 2008).

Os aditivos fitogênicos têm sido testados com sucesso como aditivos alternativos em frangos de corte (LEE et al., 2003; HERNÁNDEZ et al., 2004; NAJAFI e TORKI, 2010; ZHANG et al., 2013), quer seja na forma de extrato seco ou aquoso, ou através de óleos essenciais. Tem-se aumentado o número de pesquisas que buscam o sinergismo entre diferentes aditivos fitogênicos, de forma a melhorar suas respostas sobre o metabolismo, a produtividade e o status antioxidante da carne e do sangue, quando adicionados na dieta de frangos de corte. Também é importante se verificar que estes aditivos não tenham efeitos antagônicos e adversos.

Extratos de plantas como o boldo do Chile (*Peumus boldus*) demonstraram possuir potente atividade antioxidante nos sistemas biológicos (DEL VALLE et al., 2004). Os primeiros estudos atribuíram esse efeito principalmente à boldina, principal alcalóide presente nas folhas de boldo (SPEISKY et al., 1991). O alho (*Allium sativum*) é um vegetal que apresenta dois princípios ativos com atividade bacteriostática, a alicina e a garlicina, que determinam efeitos antidiarreico, anti-inflamatório, antisséptico, antifúngico, antiviral e antioxidante, além de facilitar a desintoxicação hepática e renal e aumentar a capacidade do sistema imune (HEINERMAN, 1997). O alecrim do campo (*Baccharis dracunculifolia*) tem sido a fonte botânica mais importante para produção de própolis verde e suas propriedades são atribuídas aos

compostos como flavonóides, terpenos e outros fenólicos (MIDORIKAWA et al., 2001), que contribuem para sua ação antiinflamatória e antimicrobiana (FABRI et al., 2011). A erva Mate (*Ilex paraguariensis*) possui compostos como polifenóis, flavonóides, saponinas e xantinas com propriedades antiinflamatórias (LANZETTI et al., 2008), antimicrobianas (FILIP et al., 2001) e antioxidantes (BRACESCO et al., 2010). Através dos mecanismos de ação que os produtos fitogênicos vêm sendo testados como aditivos melhoradores de desempenho e de potencial antioxidante e antimicrobiano. No entanto, estes efeitos em frangos de corte estão ainda em comprovação quando comparados com pesquisas na medicina humana. Nesse sentido, cresce em importância a possibilidade de exploração de plantas com características medicinais e de seus respectivos constituintes na alimentação animal.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Aditivos fitogênicos

“[...] e o seu fruto servirá de alimento e sua folha de remédio”.

Velho Testamento – Ezequiel, 47:12.

Desde o primórdio, baseado em descobertas ao acaso, o homem buscava na natureza uma maneira de tentar amenizar os males da saúde. Os povos antigos propiciaram a identificação de várias espécies e gêneros, bem como as partes das plantas hoje utilizadas para uso medicinal (LÉVI-STRAUSS, 1989).

A aplicação de plantas medicinais como fonte de alívio para doenças pode ser percebida em documentos de civilizações primitivas na China, Índia e Europa. Acredita-se, que os produtos utilizados na medicina tradicional foram elaborados ao longo de séculos de experimentação e o conhecimento empírico acumulado foi preservado e transmitido de geração em geração (ELISABETSKY; SETZER, 1985).

No Brasil, devido à grande biodiversidade existente, o uso de plantas como medicamentos teve influência das culturas indígenas, africanas e europeias. A flora brasileira foi descoberta por naturalistas estrangeiros, que realizavam expedições científicas desde o descobrimento até o final do século XIX (DI STASI, 1996).

Na metade do século XIX não menos que 80% de todos os medicamentos eram derivados de plantas, mas seu uso ficou cada vez mais restrito com a revolução inspirada pelo desenvolvimento da indústria farmacêutica e, os fármacos sintéticos passaram a dominar, embora a medicina tradicional não tenha perdido a importância (CESTARI; BASTOS, 2009). No entanto, no século XX, com as guerras mundiais, o interesse pelas plantas medicinais voltou devido à necessidade de medicamentos eficazes e de baixo custo para múltiplas enfermidades (HOTESTTMANN et al., 2003).

O uso de plantas como especiarias na preparação de alimentos, por exemplo, é uma das formas mais antigas de aromaterapia, que estimula o apetite, aumentando a salivação e a secreção de sais biliares (LEWIS, 1984). Os componentes ativos, presentes nesses condimentos, também são considerados eficientes na inibição da síntese de colesterol, diminuição da pressão arterial e prevenção da coagulação sanguínea (UHL, 2000) e pelas propriedades conservantes (DAVIDSON et al., 1983). Além disso, o uso de plantas apresenta papel importante na alimentação humana, devido às propriedades anticarcinogênicas, anti-inflamatórias e antioxidante, como os flavonóides presentes em algumas ervas de chás que, em contato com água quente, liberam substâncias antioxidantes (WISEMAN et al., 1997).

A Resolução da Diretoria Colegiada nº. 249 de 13 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabeleceu boas práticas de fabricação, específicas para produtos intermediários e insumos farmacêuticos ativos derivados de droga vegetal. De acordo com esta resolução, extratos são definidos como sendo preparações de consistências líquida, sólida ou intermediária, obtidas a partir de material vegetal. Os extratos são preparados por percolação, maceração ou outro método adequado e validado, utilizando-se etanol, água ou outro solvente que posteriormente pode ser eliminado ou não. Os extratos devem conter os princípios sápidos, aromáticos, voláteis e fixos correspondentes ao respectivo produto natural (ANVISA, 2004). Para alimentação animal, o uso de aditivos é regulamentado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e os aditivos fitogênicos são definidos como produtos que trazem benefícios à saúde, além dos nutrientes tradicionais que eles contêm. Possuem tropismo específico para determinados órgãos e tecidos alvo, a fim de estabelecer sua função (SINDIRAÇÕES, 2013). E estão classificados segundo a IN do MAPA nº13 de 01/12/2004.

Os fitogênicos são uma classe relativamente nova dentro dos aditivos, o maior desafio na utilização de fitogênicos tem sido a identificação e os efeitos exercidos por estes sobre o organismo animal. Segundo Ceylan e Fung (2004), na dependência da concentração do princípio ativo principal, os extratos vegetais possuem uma ou mais atividades biológicas, tais como ação antiviral, antifúngica, antimicrobiana, anticoccidiana, além da pró-digestiva e antioxidante.

As plantas contêm vários princípios ativos com características medicinais, que são moléculas de baixo peso molecular provenientes de metabolismo secundário das plantas (FOSTER et al., 2005). Muitos desses compostos como glucosídeos, compostos fenólicos, que são responsáveis pelas propriedades antibacterianas; hidrocarbonos; substâncias sulfurosas; terpenos que se dividem em monoterpenos (carvacrol, timol, mentol), sesquiterpenos e di e triterpenos; compostos polifenólicos como quinonas, flavonas, taninos e cumarinas; saponinas, flavanóides e mucilagens são investigadas por suas propriedades antibacterianas, antiinflamatórias, hepatoprotetoras, antioxidantes e anticarcinogênicas (MIDDLETO et al., 2000; MECHANICK, 2005).

A composição dos princípios ativos nas plantas pode variar amplamente, dependendo da parte da planta utilizada, época de colheita e geografia de origem. A técnica de extração modifica as substâncias ativas e compostas dentro do produto final. A composição dos princípios ativos nas plantas pode ser afetada por diversos fatores, tais como: tipo de solo, estação do ano e ciclo vegetativo da planta (FALEIRO et al., 2003).

Aditivos fitogênicos na alimentação animal

Os aditivos fitogênicos estão sendo cada vez mais utilizados na alimentação animal para melhorar o desempenho e a qualidade de alimentos e seus subprodutos (LOPEZ-BOTE et al., 1998; LEE et al., 2003; BOTSOGLOU et al., 2004; NAJAFI; TORKI, 2010). Essa classe de aditivos recentemente ganhou interesse maior entre os pesquisadores, especialmente por substituir antibióticos promotores de crescimento, devido à restrição do uso destes na alimentação animal por gerar resistência a antibióticos em microbiota patogênica (WINDISCH et al., 2008).

De acordo Fukayama et al. (2005), o extrato de orégano pode substituir os agentes antimicrobianos, por ser composto de dois principais fenóis, o carvacrol e o timol, cuja atividade antimicrobiana se dá sobre a membrana celular bacteriana, impedindo sua divisão mitótica, causando desidratação nas células e impedindo a sobrevivência de bactérias patogênicas.

Outro vegetal já bastante estudado é o alho (*Allium sativum L.*) que, possui várias propriedades terapêuticas, estimulando pesquisas principalmente no âmbito dos problemas cardiovasculares (HORTON et al., 1991). O alho também é adicionado à ração de cães e gatos para melhorar a palatabilidade e, tradicionalmente, para cavalos atletas, objetivando aumentar o consumo de ração e melhorar o desempenho desses animais.

O uso dos fitogênicos na alimentação animal está restrito a uma série de normativas e são considerados como produtos adicionados à ração de animais saudáveis com função profilática e propriedades terapêutica durante todo o período de criação (WINDISCH et al., 2008), além disso, devem ser ausentes de toxicidade.

1.1.1 Ação antimicrobiana

Os extratos de plantas e óleos essenciais são conhecidos por exercerem ações antimicrobianas *in vitro* contra patógenos importantes, incluindo fungos (BURT, 2004). O modo de ação antimicrobiana é considerado, principalmente, a partir do potencial hidrofóbico, por invadir a membrana celular bacteriana, desintegrar estruturas de membrana e promover liberação dos íons, causando a ruptura e, conseqüente, morte da célula (DORMAN; DEANS, 2000).

As propriedades antimicrobianas dos extratos de plantas têm sido demonstradas em diversos estudos (HERNANDEZ et al., 2004; BRENES; ROURA, 2010; LEUNISK et al., 2010; LOETSCHER et al., 2013; ZHANG et al., 2013), e verificou-se que esses extratos podem ser tão eficientes como alguns antibióticos, dependendo da sua inclusão na dieta (KAMEL, 2000).

Alguns fitogênicos têm demonstrado ação contra espécies de *Eimeira* após desafio experimental (HUME et al., 2006; OVIEDO-RONDON et al., 2006). Outra implicação da ação antimicrobiana de aditivos fitogênicos na alimentação animal pode ser melhorar a higiene das carcaças (WINDISCH et al., 2008), diminuindo a carga total de bactérias viáveis, bem como de agentes específicos como *Salmonella* nas carcaças de frangos (AKSIT et al., 2006).

O efeito antimicrobiano também melhora a saúde intestinal dos animais protegendo-os de toxinas microbianas e outros metabólitos indesejáveis, como amônia e aminas biogênicas (FRANZ et al., 2010). Cinamaldeído e eugenol, componentes dos extratos vegetais, foram considerados inibidores destas toxinas (WENDAKOON; SAKAGUCHI, 1995).

É importante ressaltar que, na prática, a maioria dos fitogênicos deveriam ser incluídos em doses maiores *in vivo* para se obter o mesmo efeito bactericida ou bacteriostático observado *in*

vitro. Portanto, no animal, o modo de ação e local de atuação dos princípios ativos como os fitocomponentes ou fitomoléculas são dependentes de sua estrutura, metabolismo e do nível de inclusão (BRUGALLI, 2003).

1.1.2 Ação antioxidante

O sistema antioxidante protege o organismo da formação de radicais livres. Essa proteção ocorre por meio de antioxidantes que estão presentes por todo o corpo. Antioxidante pode ser definida como um composto ou substância química que inibe a oxidação ou, qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada a do substrato oxidável diminui ou inibe significativamente a oxidação (ABDALLA; ROOZEN, 1999).

A utilização de compostos antioxidantes naturais encontrados na dieta ou mesmo de sintéticos é um dos mecanismos de defesa para combater os radicais livres que podem ser empregados pelas indústrias alimentícias, cosméticos, bebidas e também na medicina, já que, o metabolismo dos próprios medicamentos aumenta a produção de radicais no organismo (DOROSHOW, 1983; HALLIWELL et al., 1995; WEIJL et al., 1997).

A instabilidade eletrônica dos radicais livres favorece o surgimento de espécies reativas novas (JENKINS, 1988; YU, 1994), desencadeando reações oxidativa que seguem em cadeia, e que são de grande implicação para a célula, a não ser que o processo seja minimizado ou até mesmo interrompido por um agente antioxidante (YU, 1994; CLANTON et al., 1999). Os radicais livres podem ser gerados pela ação do sistema imunológico; portanto, se houver produção exagerada ou o sistema antioxidante não estiver agindo da maneira correta podem ocorrer danos nas macromoléculas (McBRIDE et al., 1991) e doenças (DIETERT; GOLEMBOSKI, 1998). O estado antioxidante do indivíduo é de grande importância para o ótimo funcionamento do sistema imune (SURAI, 2002). Essas reações, quando não controladas envolvendo sequestro de elétrons, podem danificar parcialmente os ácidos graxos insaturados essenciais, proteínas, ácidos nucleicos, além de outros componentes estruturais, comprometendo o funcionamento dos sistemas orgânicos (HAYEK et al., 1997; RADÁK et al., 1999; SONG et al., 2002), provocando desequilíbrio causado por produção excessiva de agentes oxidantes e pelo enfraquecimento das defesas antioxidantes do organismo, podendo levar à manifestação de danos celulares, levando ao estresse oxidativo (GAETANI et al., 1974; ALESSIO, 1993).

Os antioxidantes podem atuar de formas diferentes na oxidação, sobre a formação do O_2 , ou os que reagem com o O_2 . Os antioxidantes primários possuem atuação redutora, reagem com os radicais de lipídeos para produzir produtos estáveis, isto é, são doadores de átomos de hidrogênio, inibindo os radicais livres e interrompendo a cadeia da reação através da doação de elétrons (ADEGOKE et al., 1998). Já os antioxidantes secundários reduzem a fase de iniciação da cadeia, por diferentes mecanismos, que incluem inativação de metais, sequestro de oxigênio e decomposição de hidroperóxidos (GORDON, 1990). Além disso, determinadas espécies químicas, tais como certos metais de transição (cobre, ferro, chumbo e manganês) e o peróxido de hidrogênio, embora não constituam radicais livres, podem participar de reações que levam à produção de radicais livres, sendo, portanto, chamados de pró-oxidantes (YU, 1994).

Os antioxidantes mais comumente utilizados são os antioxidantes fenólicos sintéticos, como o BHA (Butilhidroxianisol), BHT (butilhidroxitolueno) ou os antioxidantes naturais, substâncias bioativas, tais como organosulfurados, fenólicos e terpenos (MELO; GUERRA, 2002).

O interesse pelos antioxidantes naturais teve início na década de 80 diante da comprovação dos malefícios causados pela utilização intensa e contínua de antioxidantes sintéticos como o BHT e BHA (DURÁN; PADILLA, 1993), por consequência, procurou-se identificar e purificar novos compostos com a mesma atividade antioxidante, que pudessem atuar sozinhos ou sinergicamente com outros aditivos, limitando o uso de antioxidantes sintéticos (POKORNÝ, 1991). Os antioxidantes podem ser utilizados individualmente ou combinados, sendo que para esta utilização deve-se ter conhecimento das suas ações, garantindo assim a melhor qualidade do produto final e segurança alimentar.

Os antioxidantes naturais podem apresentar diferentes compostos, em quantidades variadas e com diferentes atividades antioxidantes. Os compostos presentes nos fitogênicos têm sido isolados de diferentes partes tais como sementes, frutas, folhas e raízes, (MANCINI FILHO et al., 1998) estudos têm sido conduzidos na determinação da sua ação antioxidante e dependem, principalmente, do método de extração e o tipo de solvente utilizado. Da mesma forma, a ação antioxidante depende da metodologia analítica aplicada para sua determinação (MADSEN; BERTELSEN, 1995).

As atividades antioxidantes dos aditivos fitogênicos são atribuídas a metabólitos secundários das plantas, tais como certos compostos fenólicos (RICE-EVANS et al., 1997),

carotenóides (MILLER et al., 1996) e flavonóides (PIETTA, 1999). Na seleção de antioxidantes naturais, os extratos de plantas devem apresentar ausência de odor ou sabor estranho ao produto, estabilidade no processo de aquecimento e nas condições de armazenamento, além de ser de fácil aplicação e incorporação ao alimento (MELO; GUERRA, 2002).

O potencial dos aditivos fitogênicos contendo compostos fenólicos tem sido estudado para melhorar a estabilidade oxidativa em diversas matérias-primas, tais como: carne de frango, carne bovina, ovos (PLACHA et al., 2014) e carne suína (KRAUSE et al., 1997). Entre os extratos que possuem compostos fenólicos se incluem a cúrcuma (GOWDA et al., 2008; AHMADI, 2010; KHAN et al., 2012), cascas de romã (RAJANI et al., 2011), raiz de gengibre (ZHAO et al., 2011), *Astragalus membranaceus* (ZHANG et al., 2013), extrato de cranberry (LEUSINK et al., 2010), aloe vera, ginseng, mostarda, sálvia (MCCARTHY et al., 2001), erva mate (GUGLIUCCI, 1996; SCHINELLA et al., 2000; MILANI et al., 2001); *Baccharis dracunculifolia* (VERDIET al., 2005; FERRONATO et al., 2006). Parte das substâncias ativas encontradas em muitas plantas são altamente odoríferas ou podem ter um sabor picante, o que pode restringir a sua utilização na alimentação animal (WINDISCH et al., 2008).

Os aditivos fitogênicos são descritos por exercerem atividade antioxidante e contribuir para a proteção de lipídios contra danos oxidativo, tais como: terpenos e fenólicos; o ácido rosmarínico e rosmarol; o tomilho e o orégano, que contêm grandes quantidades de timol e carvacrol (CUPPETT; HALL, 1998), bem como os flavonóides encontrados em plantas como chá verde e a erva mate (NAKATANI 2000; WEI; SHIBAMOTO, 2007). Além disso, a atividade antioxidante dos fitogênicos reduz a deterioração da cor da carne, diminuindo o grau de oxidação da gordura (LEWIS, 1984).

Os antioxidantes naturais, assim como os antioxidantes sintéticos, agem na fase de iniciação da reação, reagindo de forma a interferir na participação do O₂ ou competindo com os radicais livres dos ácidos graxos (BOBBIO et al., 1992). As atividades de sequestro de radicais livres e antioxidantes dependem do arranjo dos grupos funcionais ao redor da estrutura nuclear, sendo que o número e a configuração dos grupos hidroxila doadores de hidrogênio são as principais características que as influenciam (CAO et al., 1996). Os antioxidantes naturais atuam como agentes redutores, como quelantes ou sequestradores de oxigênio singlete, inibidores de radicais livres e como desativadores de metais pró-oxidantes (PRATT, 1992; RICE-EVANS et al., 1995).

Encontrar um antioxidante natural equivalente a um antioxidante sintético é importante, pois alguns antioxidantes sintéticos têm atividade carcinogênica e seu uso na indústria de alimentos é maior ou mesmo predominante em relação ao uso do antioxidante natural (BOZKURT et al., 2006).

1.1.3 Ação dos aditivos na metabolizabilidade da dieta

Na nutrição animal os aditivos fitogênicos são utilizados de forma a melhorar o aproveitamento dos nutrientes dietéticos, permitindo que os animais expressem o seu máximo potencial genético de produção de carne. O principal benefício da utilização destes aditivos fitogênicos envolve os impactos positivos que causam na saúde animal, agindo na microflora intestinal, controlando o crescimento de microrganismos patogênicos, promovendo diminuição na produção de amônia, maior produção de muco no intestino e melhorando a capacidade digestiva (WINDISCH et al., 2008).

Os aditivos fitogênicos exercem funções benéficas dentro do trato digestório, estimula a secreção digestiva (por exemplo, a saliva), de sais biliares e muco e reforça a atividade das enzimas digestivas (PLATEL; SRINIVASAN, 2004). Em experimento *in vitro* com lipase pancreática e amilase de ratos, quando em contato com diversos extratos vegetais, as atividades dessas enzimas mostraram-se significativamente aumentadas (RAO et al., 2003). Do mesmo modo, óleos essenciais utilizados como aditivos alimentares para frangos de corte também proporcionaram aumento nas atividades da amilase e tripsina (LEE et al., 2003; JANG et al., 2004).

Além disso, os fitogênicos estimulam a secreção de muco intestinal e esse efeito reduz a aderência de agentes patogênicos no intestino dos animais (JAMROZ et al., 2006), sustentando a hipótese de que os aditivos fitogênicos podem influenciar favoravelmente nas funções intestinais, mas o número de estudos *in vivo* ainda é bastante limitado. A suplementação em dietas de frangos de corte na fase final de criação, com uma mistura de sálvia, tomilho e alecrim ou com produto comercial à base de capsaicina, cinamaldeído e carvacrol proporcionou digestibilidade ileal de matéria seca e proteína bruta semelhantes à do tratamento com antibiótico e superior ao tratamento controle sem aditivos (GARCÍA et al., 2007).

As alterações morfológicas nos tecidos gastrintestinais causadas por aditivos fitogênicos podem fornecer mais informações sobre possíveis benefícios no aparelho digestivo. Estudos têm

demonstrado aumento no comprimento de vilos e redução na profundidade de criptas no jejuno e cólon de frangos de corte alimentados com uma mistura de aditivos fitogênicos composto por orégano, canela e óleo de pimenta chili do gênero *Capsicum* (JAMROZ et al., 2006).

A capacidade digestiva também pode ser melhorada no intestino delgado, efeito indireto dos aditivos por estabilizar a eubiose microbiana no intestino. Esse efeito pode ser observado em leitões alimentados com dieta suplementadas com antibióticos (ROTH et al., 1999) e em frangos de corte com extrato de plantas (JAMROZ et al., 2003; HERNANDEZ et al., 2004). A inclusão de aditivos fitogênicos na dieta melhora a capacidade digestiva pré-cecal e, dessa forma, reduz o fluxo de matéria fermentável no intestino grosso, diminuindo, assim, o crescimento microbiano e a excreção de matéria bacteriana nas excretas. A proteína bacteriana é a fração predominante da proteína total das fezes e, a melhora na capacidade digestiva pode resultar, indiretamente, no aumento da digestibilidade aparente da proteína da dieta (HERNANDEZ et al., 2004; CHO et al., 2006).

Alguns princípios ativos dos extratos vegetais são absorvidos, metabolizados rapidamente e transformados em compostos polares por conjugação com o glicoronato e, posteriormente, excretados na urina; outros ainda são eliminados pela respiração como CO₂. Devido a sua rápida metabolização o risco de acúmulo excessivo nos tecidos é mínimo em comparação com os antibióticos promotores de crescimento (KOHLERT et al., 2000).

A atividade metabólica, por exemplo, como absorção e potencial de se acumular nos tecidos, difere muito entre os compostos de origem vegetal e deve ser avaliada individualmente para cada aditivo fitogênico (WINDISCH et al., 2008). Por exemplo, a piperina, princípio ativo de diversas espécies da pimenta, após absorção pelos enterócitos é rapidamente transformada no fígado, sem deixar resíduos nos tecidos depois 24 horas da sua ingestão (BHAT; CHANDRASEKHARA, 1986).

1.2 Alecrim do Campo (*Baccharis dracunculifolia*)

O gênero *Baccharis* é composto por mais de 400 espécies, com grande dispersão pela América Latina, principalmente no Brasil, destacando os estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Rio Grande do Sul (BREMER, 1994). No Brasil estão descritos pelo menos 120 espécies de *Baccharis*, com as quais já foram realizados estudos químicos e algumas já obtiveram estudos com experimentos biológicos (BARROSO et al., 2002; VERDI et al., 2005).

O estudo de espécies do gênero *Baccharis* tem mostrado grandes avanços, devido ao seu elevado valor econômico e uso na medicina caseira para profilaxia de doenças. São descritas como fitoterápico para o processo de desintoxicação do organismo, e, principalmente, como indicações para males do estômago, fígado, anemias, inflamações e diabetes, na forma de chá (CORRÊA, 1984; VERDI et al., 2005).

Entre as espécies mais pesquisadas dentro do gênero *Baccharis* quanto a sua composição química e atividade biológica, destacam-se *Baccharis dracunculifolia* (VERDI et al., 2005). A planta medicinal pertence à família *Asteraceae* é uma planta arbustiva que ocorre no Brasil, distribuída em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (BREMER, 1994; BARROSO et al., 2002). É popularmente conhecida como alecrim do campo (TAKEDA; FARAGO, 2001) e tem sido a fonte botânica mais importante para produção da própolis verde (MIDORIKAWA et al., 2001; KUMAZAWA et al., 2003).

De modo geral, os compostos que mais se destacam são: sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos e flavonóides (JARVIS et al., 1991). Embora se tenha observado que os flavonóides, juntamente com os diterpenos, são os constituintes mais encontrados no gênero *Baccharis* (EMERENCIANO, 2001). Devido a esses compostos os extratos das folhas da *Baccharis dracunculifolia* apresentam significativa atividade antioxidante.

1.3. Alho (*Allium sativum* L.)

Alho (*Allium sativum* L.) é conhecido na medicina popular e usado como especiaria e erva medicinal, pois possui várias propriedades imunomoduladoras, anticarcinogênica e antioxidante (AGARWAL, 1996) e provoca aumento da secreção de sais biliares, resultando em ação contra as infecções microbianas do trato gastrointestinal (DELMING; KOCH, 1974). Em pesquisas conduzidas *in vivo* e *in vitro*, foram identificados dois princípios distintos no alho: alicina (CAVALLITO; BAILEY, 1944) e a garlicina (MACHADO et al., 1948), ambos de ação predominantemente bacteriostática, que atuam tanto contra bactérias gram-positivas quanto gram-negativas. Carrijo et al. (2005) verificaram que para frangos de corte alimentados até 42 dias de idade com ração sem promotor de crescimento e anticoccidiano, a inclusão de até 1,00% de alho em pó melhorou a conversão alimentar.

A alicina é um composto volátil que tem sido utilizado para reduzir os lipídios séricos, os fosfolipídios e o colesterol total em galinhas (HORTON et al., 1991). Em contraposto, por ser um

composto altamente volátil a alicina é fracamente absorvida no intestino e a preparação do extrato envolvendo aquecimento ou processos com solventes pode inibir sua ação (MAHMOUD et al., 2010).

Na literatura, o efeito anticolesterolemico do alho também é bastante relatado. Ahsan-ul-Haq et al. (1999) demonstraram que a utilização de alho diminui o nível de colesterol plasmático em frangos. Da mesma forma, o nível de colesterol da gema do ovo de galinhas poedeiras diminuiu quando suplementadas com 1 e 2% de alho em pó (CANOGULLARI et al., 2010). Yalcin et al. (2006) , também relataram diminuição nos níveis de triglicérides em poedeiras com suplementação do alho em pó na dieta. Já, Carrijo et al. (2005) não verificaram efeito da inclusão de 1,00% de alho em pó na ração de frangos de corte sobre o nível de colesterol plasmático das aves.

1.4. Erva Mate (*Ilex paraguariensis*)

O gênero *Ilex* pertence à família das *Aquifoliaceae*, que é cosmopolita e compreende 500 espécies, sendo a maior parte de origem asiática (ALIKARIDIS, 1987). A *Ilex paraguariensis* é conhecido como mate, erva-mate, erva-verdadeira, erva congonha e entre outros, tem distribuição no Brasil desde o estado de Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul (LORENZI, 2000). O maior interesse no seu uso é devido à presença de bases xantinas, cafeína e teobromina, que também são muito comuns em outras espécies como o café, cacau, guaraná e outros (RICO et al., 1995).

Estudos têm verificado que extratos aquosos e alcoólicos de *Ilex paraguariensis* inibiram a oxidação da lipoproteína de baixa densidade *in vitro*, podendo ser comparada ao ácido ascórbico (GUGLIUCCI; STAHL, 1995). Foi demonstrado que o extrato de *Ilex paraguariensis* apresentou capacidade antioxidante *in vivo*, protegendo a lipoproteína de baixa densidade contra oxidação em plasma humano (GUGLIUCCI, 1996). As propriedades antioxidantes de extratos aquosos de erva mate foram confirmadas pela inibição na peroxidação lipídica em microsomas de fígado de ratos (SCHINELLA et al., 2000). Em estudo de Milani et al. (2001) sobre o efeito antioxidante e antimicrobiano dos extratos etanólicos e metanólicos de chá verde, chá preto e erva mate, não se verificou proteção antimicrobiana; no entanto, estes extratos demonstraram ação antioxidante.

Com o objetivo de inibir a rancificação Terra et al. (2002) adicionaram antioxidante sintético BHA e extrato hidro-etanólico de erva mate em salame tipo italiano e os resultados mostraram que houve proteção contra a oxidação lipídica do extrato de erva-mate comparável ao BHT. As folhas da erva mate, parte consumida desta planta, apresentaram elevado conteúdo de flavonóides e derivados cafeoil, que garantem suas propriedades antioxidantes (FILIP et al., 2001).

Mosimann e Silva (2002) verificaram efeito antioxidante do extrato aquoso desta erva contra a lipoperoxidação sérica induzida por CuCl_2 *in vitro*; além disso, a lipoperoxidação sérica, avaliada pelas substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), foi inibida pelo extrato aquoso de erva mate. Através da análise antioxidante *in vivo*, verificou-se que as amostras de erva mate apresentaram efeito protetor sobre as células de *Saccharomyces cerevisiae*, permitindo seu crescimento na presença de diferentes agentes estressores em diferentes concentrações, anulando seu efeito negativo (CANTERLE, 2005).

1.5. Boldo do Chile (*Peumus boldus*)

Boldo (*Peumus boldus* Molina) é uma abundante e generalizada árvore nativa do centro e sul do Chile, que cresce espontaneamente em uma variedade de climas. Como uma das plantas medicinais mais usadas do Chile, o boldo é utilizado sob a forma de infusões, tinturas e extratos. Além disso, tem sido reconhecido como um fitoterápico, principalmente para o tratamento de problemas no fígado (SPEISKY; CASSELS, 1994).

Estudos sobre o extrato do boldo têm demonstrado diferentes atividades biológicas. Por exemplo, infusões de folhas de boldo e extratos alcoólicos aquosos demonstraram proteger as vitaminas e os aminoácidos de dano oxidativo por oxigênio singlete (SILVA et al., 2002). Altas doses de extratos alcoólicos regularam positivamente os níveis de colesterol no plasma, bilirrubina e glicose de ratos (ALMEIDA et al., 2000).

Extrato de folhas de boldo possui potente atividade antioxidante (SILVA et al., 2002; DEL VALLE et al., 2004). Os primeiros estudos em folhas de boldo atribuíram esta atividade principalmente para boldina, seu principal alcalóide, que é um potente antioxidante em sistemas biológicos (SPEISKY et al., 1991; CEDERBAUM et al., 1992; ZANOCCO et al., 1997). O teor de polifenóis num meio aquoso de extrato de folhas de boldo representa de 12 a 36% dos sólidos totais (SCHMEDA-HIRSCHMANN et al., 2003).

Extrato de folhas de boldo pode ser uma interessante fonte de recursos naturais antioxidantes para substituir os antioxidantes sintéticos. Del Valle et al. (2004) estudaram a atividade antioxidante de extratos de boldo com vários solventes. Este estudo confirmou que os extratos alcoólicos tiveram forte atividade antioxidante, mas esta propriedade não foi totalmente correlacionada com o conteúdo boldina.

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVO

O uso de aditivos fitogênicos em dietas para aves tem demonstrado potencial como alternativas aos antibióticos promotores de crescimento e como antioxidantes naturais por apresentarem algumas de suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e digestivas. Contudo, o uso de extratos de plantas na alimentação animal, considerando-se as pesquisas na medicina humana, ainda é pouco explorado. Na escolha desses fitogênicos, são desejáveis propriedades como a eficiência em baixa concentração, ausência de características sensoriais nos alimentos, estabilidade no procedimento de extração e de manipulação do extrato, armazenamento e o custo final e, também, se estes produtos proporcionam melhora efetiva no desempenho e rendimento de carcaça e partes, no aproveitamento dos nutrientes da dieta, na qualidade e estabilidade de carne e na saúde dos animais.

Diante disto, o **Capítulo II**, intitulado “ADITIVOS FITOGÊNICOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE: DESEMPENHO, QUALIDADE DE CARNE E ESTABILIDADE OXIDATIVA DA CARNE E SANGUE”, foi adequado de acordo com as normas estabelecidas pelo periódico *Poultry Science*, exceto pelo idioma. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação de uma mistura de extratos vegetais em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça e partes, metabolizabilidade dos nutrientes da dieta, qualidade de carne, estado antioxidante da carne e do soro e os índices séricos do metabolismo lipídico.

3. REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. E.; ROOZEN, J. P. Effect of plant extracts on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion. **Food Chemistry**, v. 64, p. 323-329, 1999.

ADEGOKE, G. O. et al. Antioxidants and lipid oxidation in foods: A critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v. 35, p.283-298, 1998.

AHMADI, F. Effect of turmeric (*Curcuma longa*) powder on performance, oxidative stress state and some of blood parameters in broiler fed on diets containing aflatoxin B₁. **Global Veterinária**, v. 5, p. 312-317, 2010.

AHSAN-UL-HAQ; MERAJ, K. A.; RASOOL, S. Effect of supplementing *Allium sativum* (garlic) and *Azadirachta indica* (Neem) leaves in broiler feeds on their blood cholesterol, triglycerides and antibody titre. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 1, p. 125-127, 1999.

AKSIT, M. et al. The impacts of organic acid and essential oil supplementations to diets on the microbiological quality of chicken carcasses. **Archiv fur Geflugelkunde**, v.70 p.168-173, 2006.

ALIKARIDIS, F. Natural constituents of Ilex species. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 20, p. 121-141, 1987.

ALESSIO, H. M. Exercise-induced oxidative stress. **Medice & Science in Sports & Exercise**, v. 25, p. 218-224, 1993.

ALMEIDA, E. R.; MELO, A. M.; XAVIER, H. Toxicological evaluation of the hydroalcohol extract of the dry leaves of *Peumus boldus* and boldine in rats. **Phytotherapy Research**, v. 14, p. 99-102, 2000.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 48, de 16 de março de 2004. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, mar. 2005.

AGARWAL, K.C. Therapeutic actions of garlic constituents. **Medical Research Review**, v. 16, p. 111-124, 1996.

BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 2002.

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

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A.; STRINGHETA, P. C. Stability of copigmented anthocyanins from *Panicum elinis* toward light and oxygen at different pH. **Bulletin Liaison-Groupe Polyphenols**, v. 16, p. 241-244, 1992.

BOTSOGLOU, N. A. et al. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oil. **Archives Animal Nutrition**, v.58, p. 209-218, 2004.

BOZKURT A.; TOSCANO P.; LAL A. Mesoscale microdroplet based combustion power generation using an ultrasonic droplet generator. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MICRO AND NANOTECHNOLOGY FOR POWER GENERATION AND ENERGY CONVERSION APPLICATION, 6., 2006, Berkeley. Proceedings...p. 5-8.

BRACESCO, N. et al. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology*. v. 136, p. 378- 384. 2010.

BREMER, K. **Asteraceae: cladistics and classification**. Timber Press: Portland, 1994.

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, v. 158, p. 1-14. 2010.a

BRENES A. et al. Effect of grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 2, p. 326–333, 2010.b

BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutraceuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2003. p. 167-182.

- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in food: a review. **International Journal Food Microbiology**, v. 94, p. 223-253, 2004.
- CANTERLE, L. P. **Erva Mate e atividade antioxidante**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do alimento)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- CANOGULLARI, S. et al. The effects of dietary garlic powder on performance, egg yolk and serum cholesterol concentrations in laying quails. **Czech Journal of Animal Science**, v. 55, p. 286-293, 2010.
- CAO, G.; SOFIC, E.; PRIOR, R. L. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 3426-3431, 1996.
- CARRIJO, A. S. et al. Alho em pó na alimentação alternativa de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 673-679, 2005.
- CAVALLITO, C. J.; BAILEY, J.H. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and bacterial action. **Journal of the American Chemical Society**, v. 66, p. 1950-1951, 1944.
- CEDERBAUM, A. I.; KUKIELKA, E.; SPEISKY, H. Inhibition of rat liver microsomal lipid peroxidation by boldine. **Biochemical Pharmacology**, v. 41, p. 1765-70, 1992.
- CESTARI, S. H.; BASTOS J. K.; DI STASI. Intestinal anti-inflammatory activity of *Baccharis dracunculifolia* in the trinitrobenzenesulphonic acid model f rat colitis. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2011, p. 1-9, 2009.
- CEYLAN, E.; FUNG, D. Y. C. Antimicrobial activity of spices. **Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology**, v. 12, p. 1-55. 2004.
- CHO, J. H. et al. Effects of essential oils supplementation on growth performance, IgG concentration and fecal noxious gas concentration of weaned pigs. **Asian-australas Journal Animal Science**, v. 19, p. 80-85, 2006.

CLANTON, T. L.; ZUO, L.; KLAWITTER, P. Oxidants and skeletal muscle function: physiologic and pathophysiologic implications. **Proceedings of the Society Experimental Biology and Medicine**, v. 222, p. 253-262, 1999.

COMEGNO, L. M. A. Evolution of sesquiterpene lactones in *Asteraceae*. **Biochemical Systems Ecs and Ecology**, v. 14, p. 585-589, 1986.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, 1984.

CUPPETT, S. L.; HALL C. A. Antioxidant activity of *Labiatae*. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 42, p. 245-271, 1998.

DAVIDSON, P. M. et al. Naturally occurring and miscellaneous food antimicrobials. In: BRANEN, A. L.; DAVISON, P. M. (Ed.). **Antimicrobials in food**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 1983. p. 371-419.

DEL VALLE, J. M. et al. Recovery of natural antioxidants from boldo (*Peumus boldus Molina*) using conventional solvents and supercritical CO₂ extraction. **Food Research International**, v. 37, p. 695-702, 2004.

DELMING, L.; KOCH, H. Condiments. The stimbiting effect of pepper, curry, paprika, horseradish, garlic nad mustand on gastric acid secretion was examined in the human stomach. **Acta Hepatogastroenterology**, v. 21, p. 377-379, 1974.

DIETERT, R. R; GOLEMBOSKI, K. A. Avian macrophage metabolism. **Poultry Science**, v. 77, p. 990-997, 1998.

DI STASI, L. C. et al. **Plantas medicinais na Amazônia**. Ed. UNESP, 1989. 194 p.

DONG, X. F. et al. Effect of polysavone (Alfalfa extract) on abdominal fat deposition and immunity in broiler chickens. **Journal Poultry Science**, v.86, p.1955-1959. 2007.

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

DOROSHOW, J. H. Effect of anthracycline antibiotics on oxygen radical formation in rat heart. **Cancer Research**, v. 43, p. 460-472, 1983.

DURÁN, R. M.; PADILLA, R. B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. **Grasas y Aceites**, v. 44, p. 101-106, 1993.

ELIZABETSKY E.; SETZER, R. Caboclo concepts of disease diagnosis and therapy: implications for ethnopharmacology and health systems in Amazonia. In: PARKER, E. P. (Ed.). **The Amazon Caboclo: historical and contemporary perspectives**. Virginia: College of William and Mary, 1985. p. 243-278.

EMERENCIANO, V. P. et al. Evolution of sesquiterpene lactones in *Asteraceae*. **Biochemical Systems and Ecology**, v. 14, p. 585-589, 1986.

FABRI, R.L. et al. Potencial antioxidante e antimicrobiano de espécies da família Asteraceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 13, p. 183-189. 2011.

FALEIRO, M. L. et al. Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of Thymus. **Letters in Applied Microbiology**, v. 36, p. 35-40, 2003.

FELLENBERG, M. A.; SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, p. 53, 2006.

FERRONATTO, R. et al. Atividade antioxidante dos óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D.C. e *Baccharis uncinella* D.C. (*Asteraceae*). **Arquivos de Ciência da Saúde da Unipar**, v. 10, p. 67-70, 2006.

FILIP, R. et al. Phenolic compounds in seven South American *Ilex* species. **Fitoterapia**, v. 72, p. 774-778, 2001.

FOSTER, B. C.; ARNASON, J. T.; BRIGGS, C. J. Natural health products and drug disposition. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**, v. 45, p. 203-226, 2005.

FRANZ, C.; BASER, K. H. C.; WINDISCH, W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding - a European perspective. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, p. 327-340, 2010.

FUKAYAMA E. H. et al. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2316-2326, 2005.

GAETANI, G. D.; PARKER, J. C.; KIRKMAN, H. N. Intracellular restraint: a new basis for the limitation in response to oxidative stress in human erythrocytes containing low-activity variants of glucose-6-phosphate dehydrogenase. **Proceedings of the National Academy Sciences**, v. 71, p. 3584-3587, 1974.

GARCÍA, V. et al. Effect of formic acid plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, p. 555-562, 2007.

GORDON, M. H. The mechanism of antioxidant action in vitro. In: Hudson, B. J. F. (Ed.). **Food Antioxidants**. Elsevier Applied Science, 1990. p.1-18.

GOWDA, N. K. S. et al. Efficacy of turmeric, containing a known level of curcumin, and a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the adverse effects of aflatoxin in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 87, p. 1125-1130, 2008.

GUGLIUCCI, A. Antioxidant effects of *Ilex paraguariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 224, p. 338-344, 1996.

GUGLIUCCI, A.; STAHL, A. J. C. Low-density-lipoprotein oxidation is inhibited by extracts of *Ilex paraguariensis*. **Biochemistry and Molecular Biology International**, v. 35, p. 47-56, 1995.

HALLIWELL, B. The characterization of antioxidants. **Food and Chemistry Toxicology**, v. 33, p. 601-617, 1995.

HAYEK, B. F. et al. Reduced progression of atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice following consumption of red wine, or its polyphenols quercetin or catechin, is associated with reduced susceptibility of LDL to oxidation and aggregation. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 17, p. 2744-2722, 1997.

HEINERMAN, J. The healing benefits of garlic. **Nutrition**. v. 13, p.173-174. 1997

HERNÁNDEZ, F. et al. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. **Poultry Science**, v. 83, p. 169-174, 2004.

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, E. et al. Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) and oregano (*Origanum vulgare L.*) extracts on TBARS and color of model raw pork batters. **Meat Science**, v. 81, p. 410-417, 2009.

HORTON, G. M. J.; BLETHEN, D. B.; PRASAD, B. M. The effect of garlic (*Allium sativum*) on feed palatability of horses and feed consumption, selected performance and blood parameters in sheep and swine. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, p. 607-610, 1991.

HOSTETTMANN, K.; QUEIROZ, E. F.; VIEIRA, P. C. **Princípios ativos de plantas superiores**. São Paulo: EDUFSCAR, 2003.

HUME, M. E.; CLEMENTE-HERNANDEZ, S.; OVIEDO-RONDONT, E. O. Effects of feed additives and mixed *Eimeria* species infection on intestinal microbial ecology of broilers. **Poultry Science**, v. 85, p. 2106-2111, 2006.

JACUPOVIC, J. Sequi and diterpenes from *Baccharis* species. **Phytochemistry**, v. 29, p. 2217-2222, 1990.

JAMROZ, D. et al. The influence of phytogetic extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gut microbial status in broiler chickens. **Journal Animal Feed Science**, v. 12, p. 583-596. 2003.

JAMROZ, D. et al. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 90, p. 255-268, 2006.

JANG, I. S. et al. Influence of essential oil components on growth performance and the functional activity of the pancreas and small intestine in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 17, p. 394-400, 2004.

JARVIS, B. B. et al. Trichothecene mycotoxins from Brazilian *Baccharis* species. **Phytochemistry**, v. 30, p. 789-797, 1991.

- JENKINS, R. R. Free radical chemistry. Relationship to exercise. **Sports Medicine**, v. 5, p. 156-170, 1988.
- JOLY, A. B. **Botânica**: introdução a taxonomia vegetal. 12. ed. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1998.
- KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. **Feed Mix**, v. 9, p. 19-24, 2000.
- KARPINSKA, M.; BOROWSKI, J., DANOWSKA-OZIEWICZ, M. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 72, p. 5-9, 2001.
- KHAN, R. U.; NAZ, S.; JAVDANI, M. The use of Turmeric (*Curcuma longa*) in poultry feed. **World's Poultry Science Journal**, v. 68, p. 68, 2012.
- KOHLER, A.; SCHWINDLING, S., CONRATH, U. Extraction and quantitative determination of callose from Arabidopsis leaves. **Biotechniques**, v. 28, p. 1084-1086, 2000.
- KRAUSE, D. O.; WHITE, B. A.; MACKIE, R. I. Ribotyping of adherent Lactobacillus from weaning pigs: a basis for probiotic selection based on diet and gut compartment. **Anaerobe**, v. 3, p. 317-325, 1997.
- KUMAZAWA, S. et al. Direct evidence for the plant origin of Brazilian propolis by the observation of honeybee behavior and phytochemical analysis. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 51, p. 740-742, 2003.
- LANZETTI, M., et al. Mate tea reduced acute lung inflammation in mice exposed to cigarettes smoke. **Nutrition**, v. 24, p. 375-381, 2008.
- LEE, K. W. et al. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 44, p. 450-457, 2003.
- LEUNISK, G. et al. Growth performance, meat quality, and gut microflora of broiler chickens fed with cranberry extract. **Poultry Science**, v. 89, p. 1514-1523, 2010.
- LÉVI-STRAUSS, C. **A ciência do concreto**. O pensamento selvagem. Campinas: Papirus, 1989.

LEWIS, Y. S. **Spices and herbs for the food industry**. Orpington: Food Trade Press, 1984.

LOETSCHER, Y.; KREUZER, M.; MESSIKOMMER, R. E. Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace and entire nettle, and effects on performance and meat quality. **Poultry Science**, v. 92, p. 2938-2948, 2013.

LÓPEZ-BOTE, C. J. et al. Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. **British Poultry Science**, v. 39, p. 235-240, 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Nova Odessa Plantarum, 2000. 352 p.

MACHADO, P. A. et al. Garlicina: um novo antibiótico. **Anais Paulistas de Medicina e Cirurgia**, v. 55, p. 9-31, 1948.

MADSEN, H. L.; BERTELSEN, G. Spices as antioxidants. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 271-277, 1995.

MAHMOOD, S. et al. Comparative efficacy of *Nigella sativa* and *Allium sativum* as growth promoters in broilers. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 11, p. 775-778, 2009.

MANCINI-FILHO, J. et al. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomun zeylanicum*, *Breyne*) extracts. **Bolletino Chimico Farmaceutico Journal**, v. 137, p. 443-447, 1998.

MARIUTTI, L. R. **Efeito da adição de salvia e alho na oxidação lipídica em carne de frango**. 2009. 186 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2009.

MCBRIDE, T. J.; PRESTON, B. D.; LOEB, L. A. Mutagenic spectrum resulting from DNA damage by oxygen radicals. **Biochemistry**, v. 30, p. 207-213, 1991.

MECHANICK, J. I. The rational use of dietary supplements and nutraceuticals in clinical medicine. **Journal of Medicine**, v. 72, p. 161-165, 2005.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim SBCTA**, v. 36, p. 1-11, 2002.

MIDDLETON J. R. E.; KANDASWAMI, C.; THEOHARIDES, T. C. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer. **Pharmacological Reviews**, v. 52, p. 673-751, 2000.

MIDORIKAWA, K. et al. Liquid chromatography-mass spectrometry analysis of propolis. **Phytochemical Analysis**, v. 12, p. 366-373, 2001.

MILANI, L. I. G. et al. **Antioxidantes e antimicrobianos naturais para carne mecanicamente separada de frango**. In: IV SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS PARA O SÉCULO 21, 4., 2001, Campinas. **Desafios e tendências para a américa latina: anais...** Campinas : Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. 2001. p. 122.

MILLER, N. J. et al. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. **FEBS Letters**, v. 384, p. 240-242, 1996.

MOSIMANN, A. L. P.; SILVA, E. L. **Avaliação da atividade antioxidante do extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* (erva mate) na peroxidação lipídica e na aterosclerose experimental em coelhos**. 2002. 82 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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

NAJAFI, P.; TORKI, M. Performance, blood metabolites and immunocompetence of broiler chicks fed diets included essential oils of medicinal herbs. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, p. 1164-1168, 2010.

NAKATANI, N. Phenolic antioxidants from herbs and spices. **Biofactors**, v. 13, p. 141-146, 2000.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006. 230 p.

OVIEDO-RONDON, E. O. et al. Intestinal microbial ecology of broilers vaccinated and challenged with mixed *Eimeria* species, and supplemented with essential oil blends. **Poultry Science**, v. 85, p. 854-860, 2006.

PIETTA, P.; KUMPULAINEN J. T.; SALONEN, J. T. Dietary flavonoids and antioxidant protection. In: KUMPULAILEN, J. T.; LEHTONEN, M.; MATILLA, P. (Ed.). **Natural antioxidants and anticarcinogens in nutrition, health and disease**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1999. p. 137-140.

PLACHA, I. et al. Effect of thyme essential oil and selenium on intestine integrity and antioxidant status of broilers. **British Poultry Science**, v. 55, p. 105-114, 2014.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. Digestive stimulant action of spices: a myth or reality? **Indian Journal of Medicine Research**, v. 119, p. 167-179, 2004.

POKORNÝ, J. Natural antioxidants for food use. **Trends in Food Science and Technology**, v. 2, p. 223-227, 1991.

PRATT, D. E.; BIRAC, P. M. Source of antioxidants activity of soybeans and soy products. **Journal Food Science**, v. 44, p. 1720-1722, 1979.

PRATT, D. E. Natural antioxidants from plant material. In Phenolic Compounds in Food and Their Effect on Health II: Antioxidants and Cancer Prevention; Huang, M.-T., Ho, C.-T., Lee, C. Y., Eds.; **American Chemical Society**: Washington, DC, p 54-71, 1992.

RADÁK, Z. et al. The effect of exercise training on oxidative damage of lipids, proteins, and DNA in rat skeletal muscle: evidence for beneficial outcomes. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 27, p. 69-74, 1999.

RAJANI, J.; KARIMI TORSHIZI, M. A. Control of ascites mortality and improved performance and meat shelf-life in broilers using feed adjuncts with presumed antioxidant activity. **Animal Feed Science And Technology**, v. 170, p. 239-245, 2011.

RAO, R. R.; PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. *In vitro* influence of spices and spice-active principles on digestive enzymes of rat pancreas and small intestine. **Nahrung**, v. 47, p. 408-412, 2003.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, J., PAGANGA. G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends Plant Science**, v. 2, p. 152-159, 1997.

RICO, R. A.; WAGNER, M. L.; GURNI, A. A. Estúdio comparativo de flavonóides em espécies austrosudamericanas de gênero *Ilex*. In: WINGE, H. et al. **Erva-mate**: biologia e cultura no cone sul. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. cap. 22, p. 243-249.

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

ROTH, F. X. et al. Whole-body protein turnover and nitrogen balance in growing pigs supplied with antibiotic feed additive (Avilamycin). **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 82, p. 88-93, 1999.

SCHINELLA, G. R. et al. Antioxidant effects of an aqueous extract of *Ilex paraguariensis*. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 269, p. 357-360, 2000.

SCHMEDA-HIRSCHMANN, G. et al. Free-radical scavengers and antioxidants from *Peumus boldus* Mol. "Boldo". **Free Radical Research**, v. 37, p. 447-452, 2003.

SILVA, E. et al. Protective effect of boldo and tea infusions on the visible light-mediated pro-oxidant effects of vitamin B2, riboflavin. **Photochem Photobiology Science**, v. 75, p. 585-90, 2002.

SINDIRAÇÕES. Compêndio brasileiro de alimentação animal. 4ª ed. Cidade, Ed. p. 34. 2013.

SONG, D. U. et al. Effect of drinking green tea on age-associated accumulation maillard-type fluorescence and carbonyl groups in aortic and skin collagen. **Archives Biochemistry Biophysics**, v. 397, p. 424-429, 2002.

SPEISKY, H. et al. Antioxidant properties of the alkaloid boldine in systems undergoing lipid peroxidation and enzyme inactivation. **Biochemistry Pharmacology**, v. 41, p. 1575-1581, 1991.

SPEISKY, H.; CASSELS, B. K. Boldo and boldine: an emerging case of natural drug development. **Pharmacology Research**, v. 29, p. 1-10, 1994.

SURAI, P. F. **Selenium in nutrition and health**. Nottingham: Nottingham University Press, 2006. 974 p.

TAKEDA, I. J. M.; FARAGO, P. V. **Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha**: guia de campo. Curitiba: Serzgraf, 2001.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1998. 216 p.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBABEF Publicações. 2013. Disponível em: 12 <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>, Acesso em: 22 set. 2014.

UHL, S. Spices: tools for alternative or complementary medicine. **Food Technology**, v. 54, p. 61-62, 64, 65. 2000.

VALENCIA, I. et al. Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. **Meat Science**, Amsterdam, v. 80, n. 1, p. 1046-1054, 2008.

VERDI, L. G.; BRIGHENTE, I. M. C.; PIZZOLATTI, M. G. Genêro *Baccharis* (*Asteraceae*): aspectos químicos, econômicos e biológicos. **Química Nova**, v. 28, p. 85-94, 2005.

WEI, A.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant activities and volatile constituents of various essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 1737-1742, 2007.

WEIJL, N. I.; CLETON, F. J.; OSANTO, S. Free radicals and antioxidants in chemotherapy-induced toxicity. **Cancer Treatment Reviews**, v. 23, n. 4, p. 209- 240, 1997.

WENDAHOON, C. N.; SAKAGUCHI, M. Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices. **Journal of Food Protection**, v. 58, p. 280-283, 1995.

WINDISCH, W. et al. User of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 140-148, 2008.

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

YALCIN, S. et al. Effect of garlic powder on the performance, egg traits and blood parameters of laying hens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 1336-1339, 2006.

YU, B. P. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. **Physiological Reviews**, v. 74, p. 139-162, 1994.

ZANOCCO, L.; LEMP, E.; GHUNTER, G. A kinetic study of the reaction between boldine and singlet oxygen [$^1O_2(1g)$]. **Journal of the Chemical Society Perkin Transactions**, v. 2, p. 1299-1302, 1997.

ZHANG, G. G. et al. Effects of *Astragalus membranaceus* root processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 92, p. 178-183, 2013.

CAPÍTULO II

Aditivos fitogênicos na dieta de frangos de corte: desempenho, qualidade de carne e estabilidade oxidativa da carne e sangue

Resumo.

Estudos recentes têm mostrado que a inclusão de antioxidantes naturais pode melhorar a qualidade da carne e a estabilidade oxidativa *in vivo* por ser um potente sequestrador de radicais livres, lipossolúvel, com funções antioxidantes, o que favorece a estabilidade oxidativa dos tecidos musculares e os processos de oxidação no organismo. Este estudo investigou a influência de uma mistura de aditivos fitogênicos (AF) composta por alecrim do campo, alho, boldo do Chile e erva mate sobre o desempenho zootécnico, metabolizabilidade da dieta, estabilidade oxidativa da carne de frango armazenados sob congelamento, propriedades oxidantes enzimáticas do sangue e metabólitos do soro de frangos de corte. Foram realizados dois experimentos utilizando-se 1320 aves, machos e fêmeas da linhagem Cobb[®] com um dia de idade, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições, com 30 aves por unidade experimental para o experimento I (galpão) e 3 aves por unidade experimental para o experimento II (gaiolas metabólicas). Para ambos os experimentos os tratamentos foram DC - dieta controle; AMD – dieta controle suplementada com antibiótico melhorador de desempenho; AF5 - DC + 0,05% de aditivos fitogênicos/kg de dieta; AF10 - DC + 0,10% de aditivos fitogênicos/kg e AF15 - DC + 0,15% de aditivos fitogênicos/kg. A suplementação de 0,05 e 0,10% de AF reduziu ($P=0,001$) a força de cisalhamento (FC) da carne de peito de frangos em relação as aves com dieta AMD. A capacidade antioxidante no sangue (CAT) para o tratamento com 100 mg de AF foi menor ($P=0,034$) em relação aos outros tratamentos. A inclusão de 0,05% de AF melhorou a EMAn ($P<0,001$), e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta ($P=0,015$), em relação aos outros tratamentos. Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação com fitogênicos sobre características de desempenho, rendimento de carcaça e partes, estabilidade oxidativa da carne e do sangue e metabólitos do soro de frangos de corte. A administração do aditivo fitogênico combinado composto por boldo do Chile, erva mate, alecrim do campo e alho na dieta melhora a maciez da carne de peito, e a metabolizabilidade energia bruta na fase de crescimento.

Palavras chave: estabilidade oxidativa, frangos de corte, qualidade de carne, TBARS.

Phytogenic additives on broilers diet: performance, meat quality and oxidative stability on meat and blood

Summary.

Recent studies have shown that the addition of natural antioxidants can improve meat quality and oxidative stability *in vivo* for being a potent free radical sequestrator, liposoluble with antioxidative functions, which favors oxidative stability in muscular tissues and oxidative processes in the organism overall. The present study investigated the influence of a phytogenic additive (PA) mixture composed of field rosemary, Chile Boldo and mate herb on zootechnic performance, diet metabolizability and oxidative stability of poultry meat stored in frozen state; blood enzymatic oxidative properties and serum metabolites. The experiment used 1320 poultry, males and females, of the Cobb[®] lineage, starting from 1 day of age, distributed in a completely randomized experimental outline with five treatments and eight repetitions, with 30 poultry per experimental unit for experiment I (warehouse) and 3 poultry per experimental unit for experiment II (metabolic cages). For both experiments, diet treatments followed: control diet (CD); control diet supplemented with performance enhancement antibiotic (PEA); PA5 – CD + 0.05% of phytogenic additives/ kg of diet; PA10 – CD + 0.10% of phytogenic additives/ kg of diet and PA15 – CD + 0.15% of phytogenic additives/ kg of diet. Supplementation of .05 and .10% of PA reduced ($P=.001$) shear force (SF) of breast meat in comparison with poultry fed with PEA supplemented diet. Antioxidant blood capacity (TAC) for the 100mg treatment with PA was smaller ($P=0.034$) in relation to other treatments. Addition of .05% of PA improved EMAn ($P<0.001$), and metabolizability of gross energy ($P=.015$) in comparison with other treatments. Effects of phytogenic supplementation have not been observed ($P>.05$) on performance, carcass and parts yield, oxidative stability of meat and blood, and metabolites of blood serum of poultry. Intake of phytogenic additive composed of Chile Boldo, mate herb, field rosemary and garlic on poultry diet improves meat softness and metabolizability of gross energy on growth phase.

Key words: oxidative stability, broilers, meat quality, TBARS

Introdução

A oxidação é uma consequência de processos metabólicos naturais, e a formação excessiva de espécies reativas como a dos radicais livres podem danificar biomoléculas importantes como lipídios, proteínas e ácidos nucleicos no organismo animal. São diversas as consequências nutricionais da oxidação: a deterioração de ácidos graxos poli-insaturados essenciais; diminuição da absorção de nutrientes e formação de compostos potencialmente tóxicos (Morrissey et al, 1998; Smet et al., 2008). Em alimentos cárneos, as reações oxidativas continuam mesmo *post-mortem* e são um dos principais mecanismos de deterioração da qualidade durante o processamento e armazenamento. Este processo causa perda dos valores nutricionais e sensoriais e também a formação de compostos potencialmente tóxicos que comprometem a qualidade da carne, além de reduzir a vida de prateleira dos produtos (Gray et al, 1996; Cortina et al., 2005).

A oxidação lipídica pode ser reduzida com a adição de antioxidantes na dieta. Recentemente, componentes ativos de plantas têm sido explorados como possíveis antioxidantes em frangos de corte (Sahin et al., 2010). Algumas substâncias naturais apresentam potencial antioxidante e são vulgarmente utilizados para controlar a oxidação de gorduras poli-insaturadas em alimentos e atuam como poderosos sequestrantes de radicais livres, podendo evitar danos oxidativos *in vivo* e preservar a qualidade do produto final (Lauridsen et al., 1997).

Vários estudos têm demonstrado a ação antioxidante de extratos de plantas com sucesso quando utilizados como aditivos alimentares (Lee et al., 2003; Hernández et al., 2004; Najafi e Torki, 2010; Zhang et al., 2013), quer seja na forma de extrato seco ou aquoso, ou por meio de óleos essenciais. Além disso, o número de pesquisas que buscam o sinergismo entre diferentes aditivos fitogênicos tem aumentado, na busca de melhorar suas respostas sobre o metabolismo, na produtividade e na estabilidade antioxidante da carne e do sangue, quando adicionados de forma combinada na dieta.

Em função das propriedades antioxidantes, digestivas e antimicrobianas de plantas como boldo do Chile (*Peumus boldus*), erva mate (*Ilex Paraguariensis*), alecrim do campo (*Baccharis dracunculifolia*) e alho (*Allium sativum*), torna-se interessante verificar se seu uso de forma combinada pode atuar para melhorar o desempenho, saúde e qualidade de carne de frangos de corte criados sem promotores de crescimento antibiótico, conforme a tendência crescente no mercado mundial de carne de frangos e de outras espécies produtoras de proteínas para o

consumo humano. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação de uma mistura de extratos vegetais em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça e partes, metabolizabilidade dos nutrientes da dieta, qualidade de carne, estabilidade lipídica e índices séricos do metabolismo lipídico.

Material e métodos

Todos os procedimentos realizados nesse estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/FMVZ, processo N° 114/2013.

Dois experimentos foram realizados, concomitantemente, na UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. O experimento I foi realizado para obtenção de dados de desempenho, rendimento de carcaça e partes, qualidade de carne, estado antioxidante e metabolismo lipídico. No experimento II foi realizado um ensaio de metabolismo no período de 25 a 35 dias de idade das aves.

O delineamento experimental para ambos os experimentos foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições, com 30 aves por unidade experimental para o experimento I e 3 aves por unidade experimental para o experimento II. Os tratamentos consistiram de: DC = dieta controle (controle negativo); AMD = DC + antibiótico melhorador de desempenho - 5 ppm de bacitracina de zinco a 15% (controle positivo); AF5 = DC + 0,05% aditivos fitogênicos (AF)/kg de dieta; AF10 = DC + 0,10% AF/kg e AF15 = DC + 0,15% AF/kg. A mistura de AF era composto por: 30% extrato seco de boldo do chile, 20% extrato seco de alho, 30% extrato seco de erva mate, 20% extrato alcóolico de alecrim do campo. Os extratos secos e alcóolico foram obtidos individualmente em indústrias especializadas na comercialização e purificação desses produtos, a pré-mistura dos fitogênicos foi realizada momento antes da preparação da ração. As dietas basais foram formuladas a base de milho e farelo de soja de acordo com as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011) para frangos de corte machos de desempenho médio e divididas em quatro fases: pré-inicial (1-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias) (Tabela 1). Ração e a água foram fornecidas *ad libitum* e o programa de luz utilizado foi de 24 horas de luz contínua para a primeira semana de criação e, a partir de então, as aves foram criadas em regime de 16 horas luz e 8 horas de escuro em cada ciclo de 24 horas, até o fim do período experimental.

O monitoramento da temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro foi feito por meio de conjunto de termômetros de máxima e mínima, termômetros de bulbo seco e bulbo úmido e termômetro de globo negro, respectivamente, colocados na altura das aves. Os valores diários de temperatura do ar, bulbo seco e bulbo úmido foram registrados às 8 e 18 horas e posteriormente utilizados para calcular o índice de temperatura e umidade (ITU) nestes horários de acordo com Thom (1959).

Experimento I:

Desempenho, rendimento de carcaça e partes

Foram utilizados 1.200 pintos de corte machos e fêmeas de um dia de idade, da linhagem Cobb[®]500, alojados em aviário convencional e distribuídos em 40 boxes de 2,0 m² com 30 aves cada (15 aves/m²), sobre cama de maravalha, equipados com comedouros tubulares e bebedouros tipo *nipple*. As aves foram vacinadas no incubatório contra coccidiose e não foi utilizado anticoccidiano nas rações.

Os parâmetros de desempenho avaliados foram: peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), obtidos por meio da pesagem das aves e das rações aos 7, 21 e 42 dias de idade. Foi registrada a mortalidade diária de cada unidade experimental para posterior determinação da viabilidade (VB). Ao final do período de criação foi determinado o fator de eficiência produtiva (FEP) utilizando-se a fórmula: $FEP = ((PC \times VB) / (CA \times idade)) \times 100$.

Aos 42 dias de idade, cinco machos por unidade experimental foram retirados, e após oito horas de jejum alimentar foram transportados ao Abatedouro Experimental da FMVZ–UNESP/Botucatu, onde foram pesados individualmente, insensibilizados e sacrificados por sangria, depenados e eviscerados, e submetidos aos procedimentos para determinação de rendimento de carcaça, cortes e percentual de gordura abdominal.

O rendimento de carcaça (sem vísceras, pés, cabeça, pescoço e gordura abdominal), em porcentagem, foi calculado em relação ao peso vivo das aves ao abate. Para obtenção dos rendimentos de cortes foi calculada a relação percentual entre o peso de cada uma das partes e o peso da carcaça. O percentual de gordura abdominal foi obtido em relação ao peso vivo da ave antes abate.

Qualidade e estabilidade oxidativa da carne

As análises de qualidade de carne do peito foram conduzidas no Laboratório de Qualidade de Carne da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Câmpus de Botucatu e realizadas 24 horas *post-mortem* no músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) de 40 aves por tratamento, totalizando 200 aves.

A coloração da carne foi determinada utilizando-se o colorímetro (Minolta, CR 400, New Jersey, USA) mediante leitura em quatro pontos distintos do peito, de acordo com o sistema CIELAB, por meio de leituras de reflectância de luz em três dimensões: L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo), do músculo *Pectoralis major* na superfície ventral e no meio da seção cranial (Honikel, 1998).

Os valores de pH foram obtidos por meio de inserção do eletrodo (Homis, HI8314, São Paulo, Brasil) com sistema de identificação digital e sensor de compensação de temperatura (Digimed, model 530, Campo Grande, Brasil).

Para determinação da perda de peso por cozimento, as amostras após serem devidamente identificadas e pesadas em balança semi-analítica, foram colocados em embalagens plásticas e cozidas em banho-maria a 85°C, utilizando-se termômetro digital para aferir a temperatura interna do corte e o cozimento cessado quando atingiu 71°C. Após resfriamento à temperatura ambiente, as amostras foram pesadas em balança semi-analítica e, por meio da diferença do peso inicial (peito *in natura*) e final (peito cozido), calculou-se a perda de peso por cozimento, segundo metodologia adaptada de Honikel (1998).

Para avaliar a textura da carne do peito, utilizou-se texturômetro TAXT-Plus (Stable Micro Systems, Surrey, UK) equipado com dispositivo Warner-Bratzler, calibrado com faixa de peso normal de 5 kg, avaliando a energia (N/mm) e a força de cisalhamento (N) de acordo com os procedimentos propostos por Cavitt et al. (2004). Foram realizados cinco cortes na superfície cranial dos filés de peito dispostos com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina Razor Blade, com velocidade do dispositivo de 10 mm/s.

A perda de água por exsudação (*drip loss*) foi realizada após 24 horas do abate de acordo com a metodologia proposta Honikel (1998), em duplicata, onde foram utilizadas amostras 100g de carne de peito suspensas em redes de nylon seladas dentro de sacos plásticos inflados, que permaneceram em câmara fria (1 - 4°C) por 48 horas. A porcentagem de perda de água por

gotejamento foi obtida por meio da diferença entre o peso inicial e o peso final da amostra, dividido pelo peso inicial e multiplicado por 100.

As avaliações das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) na carne de peito foram conduzidas nos dias 0, 30, 60, 90 e 120 de armazenamento em congelamento (-20°C), seguindo a metodologia proposta por Vyncke (1970). Duas amostras de peito por unidade experimental foram congeladas totalizando 80 amostras por tratamento e, em cada etapa de armazenamento, 10,0 g de amostras de carnes, descongeladas em geladeira por 8 horas, foram homogeneizadas durante 2 minutos utilizando-se um misturador Ultra-Turrax e foram adicionadas a 15,0 ml de solução de ácido tricloroacético a 7,5%. Em seguida, esta mistura foi filtrada e uma alíquota de 5,0 ml foi misturada com 5,0 ml de solução de TBA (0,020 mol/L) e colocada em banho-maria (100°C) por 40 minutos. A absorbância das amostras foi medida a 532nm de comprimento de onda, em duplicata, e expressa em miligrama de malonaldeído (MDA) por quilograma de carne utilizando-se como base uma curva padrão (concentração entre 0,1 nmol/L e 6 nmol/L) feita com 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP).

Perfil bioquímico e estado antioxidante no sangue

A determinação dos índices séricos de metabolismo lipídico foi realizada aos 42 dias de idade, em amostras de sangue de duas aves por unidade experimental. As amostras, obtidas da veia braquial, foram acondicionadas em tubos de experimento, onde permaneceram em descanso para formação de coágulo e, posteriormente, centrifugação para obtenção do soro. As análises de colesterol total, triglicérides, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) foram realizadas por espectrofotometria utilizando kits comerciais (K083, Bioclin, Obelis S.A, Brussels, Belgium) e a proteína total, albumina e glicose, também foram determinadas em espectrofotômetro utilizando kits comerciais (K031, K040, K082, Bioclin, Obelis S.A, Brussels, Belgium).

Para avaliação da atividade enzimática da glutathiona peroxidase (GSH-Px) e glutathiona reduzida (GSH), amostras de sangue total de uma ave por repetição foram coletadas aos 42 dias de idade e armazenadas em nitrogênio líquido, sendo posteriormente analisadas pela metodologia proposta por Paglia e Valentine (1967). Na presença da glutathiona redutase e NADPH a glutathiona oxidase é imediatamente convertida na sua forma reduzida com oxidação concomitante da NADPH a NADP⁺. A absorção das amostras foi medida a 340 nm utilizando-se um espectrofotômetro.

A determinação da superóxido dismutase foi realizada no soro de uma ave por repetição utilizando-se kit comercial 19160 SOD (Sigma-Aldrich Inc., St. Buchs, Switzerland), pelo método colorimétrico a 440 nm. A SOD catalisa a reação de dismutação do ânion superóxido (O_2^-) em peróxido de hidrogênio e oxigênio molecular. O método utiliza nitroazul tetrazólio (NBT) solúvel em água, que produz um corante após a redução com ânion superóxido. A taxa de redução com O_2 está linearmente relacionada com a atividade da xantina oxidase (XO) que é inibida pela SOD.

Para a determinação da capacidade antioxidante total, foi obtido soro de uma ave por repetição e foi utilizada a metodologia descrita por Erel (2004), onde a molécula de ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) reduzida foi oxidada a $ABTS^+$ utilizando-se peróxido de hidrogênio em meio ácido (tampão acetato 3 mmol/l, pH 3,6). Na solução de tampão acetato, as moléculas do concentrado (verde escuro) $ABTS^+$ permanecem estáveis por mais tempo. Enquanto as moléculas são diluídas com uma solução tampão acetato mais concentrada e em pH maior (0,4 mol/L, pH 5,8), ocorre a descoloração espontânea e lenta da coloração verde escuro e esta descoloração é inversamente proporcional à concentração de TAC da amostra. A taxa da reação é calibrada com uma curva de Trolox e os resultados foram expressos em mmol de equivalente de Trolox/L.

Aos 42 dias de idade, foram coletados 3 mL de sangue da veia braquial de uma ave por unidade experimental, e armazenados em tubos de experimento heparinizados para obtenção do plasma sanguíneo para análise do estado oxidativo por meio da determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), determinada pelo método espectrofotométrico descrito por Buege e Aust (1978). Este método se baseia na quantificação do complexo formado pela reação de duas moléculas de ácido tiobarbitúrico com uma de malonaldeído (MDA), quantificado em comprimento de onda de 532 nm. Os resultados foram expressos em nmol de MDA/ml mediante curva padrão feita com 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP).

Determinação da atividade antioxidante total dos aditivos fitogênicos pela captura do radical livre DPPH

O teste DPPH descrito por Brand-Williams et al. (1995) baseia-se na redução do radical livre estável 2,2-difenil-1-picriilhidrazil na presença de um antioxidante doador de hidrogênio, incluindo compostos fenólicos. O DPPH, de coloração púrpura quando reduzido passa a ter coloração amarela. Para determinação da atividade antioxidante total (AAT) pelo método DPPH,

preparou-se primeiramente uma solução DPPH 600 μM (0,0072g de DPPH, Merck, em 30 mL de metanol), após se fez uma diluição, em metanol, dessa solução obtendo DPPH 72 μM e adicionou-se 3,15 mL dessa solução e 350 μL do antioxidante diluído de diferentes concentrações em tubos de experimento. A leitura em espectrofotômetro foi feita em absorbância a 515 nm após as amostras serem incubadas em banho-maria a 25°C durante tempo de estabilidade necessária a amostra, no escuro (aproximadamente 3 horas), conforme descrito por Fernandes et al. (2013). Os resultados foram expressos como EC50 (concentração eficiente) na qual é definido como a concentração que inibe 50% da concentração inicial do radical DPPH.

A atividade antioxidante total pela captura do DPPH foi calculada pela equação:

$$\% \text{ inibição do DPPH} = \frac{(\text{Abs branco} - \text{Abs amostra})}{\text{Abs branco}} \times 100$$

As concentrações necessárias para inibir em 50% o radical DPPH dos antioxidantes avaliados estão expressos na Tabela 2. Das amostras analisadas o extrato de erva mate apresentou maior consumo de DPPH, o que indica a maior atividade antioxidante desse extrato em relação aos outros extratos. Os valores de DPPH para o extrato de boldo do Chile e alecrim do campo foram superiores ao do extrato de alho, portanto, apresentaram maior capacidade antioxidante em relação ao extrato de alho.

Experimento II

Metabolizabilidade dos nutrientes da dieta

O experimento de metabolismo foi realizado na UNESP – Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, com frangos de corte dos 25 aos 35 dias de idade. As aves foram criadas em piso até os 24 dias de idade, alimentadas com a mesma dieta à base de milho e farelo de soja. Aos 25 dias de idade, 120 frangos foram pesados, selecionados e alojados em 40 gaiolas metabólicas em câmara climatizada, sendo três aves por gaiola (unidade experimental).

O experimento metabólico foi conduzido por um período de dez dias, sendo cinco dias para adaptação das aves à dieta experimental e cinco dias para coleta total de excretas, realizada duas vezes ao dia, às 8 horas e 17 horas. As excretas de cada unidade experimental foram armazenadas em sacos plásticos sob congelamento (-20°C), sendo posteriormente homogeneizadas, retiradas alíquotas e submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada

a $65 \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas e moídas em moinhos tipo Willey. Para determinação da matéria seca total, as amostras foram mantidas em estufa a 105°C . O teor de nitrogênio total das rações e excretas foi determinado utilizando-se o método de micro-Kjeldahl e o extrato etéreo pela metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002). As análises de energia bruta das excretas e das rações experimentais foram determinadas em calorímetro Ika C2000-Basic. Com base nesses dados foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente de matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE) e energia bruta (CMEB) das dietas, utilizando-se a fórmula:

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

CMNT: coeficiente de metabolizabilidade do nutriente;

NTCON: quantidade do nutriente consumido em gramas;

NTEXC: quantidade do nutriente excretado em gramas;

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

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

Em que:

EB = Energia Bruta.

MS = Matéria Seca.

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

Análise estatística

Os resultados obtidos nos experimentos I e II foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com auxílio do procedimento General Linear Model (GLM) do programa estatístico SAS (2002) ao nível de significância de 5%, e quando significativo, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelos testes Tukey a 5% de probabilidade. Para análise de níveis dos fitogênicos, quando significativo, foi aplicado o teste de regressão pelo procedimento PROC

REG do programa estatístico SAS (SAS Inst. Inc., 2002), excluindo-se desta análise o tratamento AMD.

Resultados e Discussão

As temperaturas do ar registradas diariamente às 8 e 18 horas estão apresentadas na figura 1. Na figura 2 estão mostrados os valores diários de ITU para esses mesmos horários. Avaliando os valores de temperatura ambiente durante o período de criação observou-se que as aves foram criadas no limite de conforto térmico. De acordo com Thom (1959) os valores de ITU entre 64 a 74 representam ambientes confortáveis; de 74 a 78 exigem cuidado e alerta; de 79 a 84 são perigosos; e de 85 a diante, indicam condição de emergência. O ITU médio nas semanas de criação das aves foi: 1ª sem. 77,32; 2ª sem. 78,88; 3ª sem. 79,21; 4ª sem. 76,15; 5ª sem. 78,04; 6ª sem. 74,8. A partir da 4ª semana de idade, quando as aves são mais sensíveis ao calor, os valores de ITU ultrapassaram os preconizados por Thom (1959) como de conforto, demonstrando condição de estresse térmico moderado das aves. O mesmo se observa se considerarmos os valores preconizados por Abreu (2000), indicando que os valores médios de ITU obtidos encontram-se dentro da faixa de conforto térmico para aves na primeira semana de idade (72,4 - 80); porém, a partir da segunda semana já foram registrados valores acima dos citados por este autor como faixa de conforto (2ª semana 68,4 - 76; 3ª semana 64,5 - 72; 4ª semana 60,5 - 68; 5ª semana 56,6 - 64 e na 6ª semana 56,6 - 60).

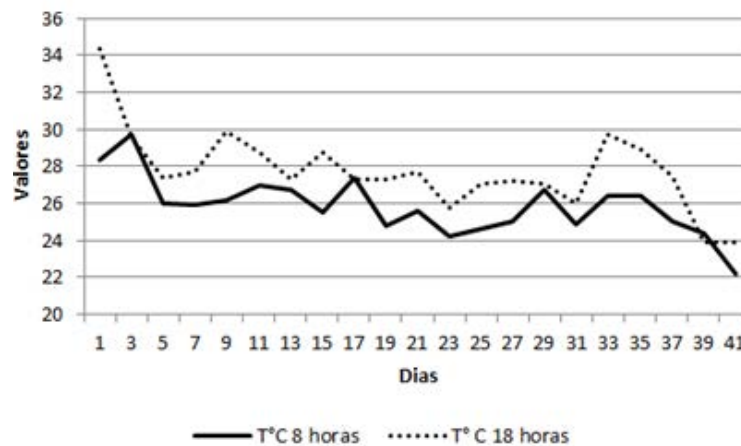


Figura 1. Temperatura do ar (T°C) as 8 e 18 horas em galpão de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos.

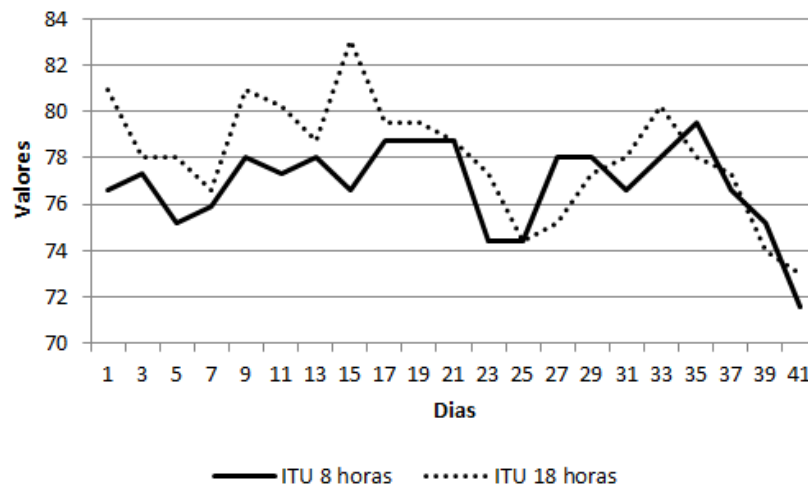


Figura 2. Índice de temperatura e umidade (ITU) as 8 e 18 horas em galpão de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos.

Desempenho e rendimento de carcaça e partes

O uso de aditivos fitogênicos na dieta, em geral, não afetou ($P>0,05$) o peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade dos frangos de corte em nenhum dos períodos de criação avaliados. Da mesma forma não foram observadas diferenças entre tratamentos para o fator de eficiência produtiva aos 42 dias de idade (Tabela 3). É possível que a ausência de efeitos dos aditivos fitogênicos sobre o desempenho esteja refletindo as condições ideais de criação. Para as variáveis de rendimento de carcaça e cortes em frangos aos 42 dias de idade alimentados com os aditivos fitogênicos (Tabela 4), não foram observadas diferenças significativas.

Os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos encontrados por (Hernández et al. 2004; Muhl e Liebert 2007; Fellenberg et al., 2008) em frangos de corte alimentados com aditivos fitogênicos, nos quais também não se verificou efeito dos fitogênicos no desempenho dos frangos e diferem do estudo desenvolvido por Dong et al. (2011), no qual a suplementação de extrato de alfafa em dietas para frangos de corte aumentou o consumo de ração na primeira semana e por Zhang et al. (2013), que observaram aumento no rendimento de carcaça de frangos quando suplementados com *Astragalus membranaceus*, embora não tenham encontrado resultados no desempenho. Fascina et al. (2012) também relataram maior rendimento de carcaça quando se utilizou uma mistura de aditivos fitogênicos composto por extrato de cúrcuma, extrato

de citros e extrato de semente de uva, óleo essencial de canela-da-china, folhas de boldo do Chile, sementes de feno-grego e uma mistura de ácidos orgânicos, na dieta de frangos de corte.

Metabolizabilidade de energia e nutrientes

Os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes e os valores de energia metabolizável estão apresentados na Tabela 5. A inclusão de 0,05% de aditivos fitogênicos melhorou a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio ($P < 0,001$) e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta ($P = 0,015$) quando comparadas com aves alimentadas com dieta contendo AMD e 0,15% de fitogênicos. A inclusão de aditivos fitogênicos elevou os valores de CMEB e EMAn até o ponto de 0,042% e 0,051%, respectivamente (CMEB = $74,16786 + 13,31006x - 182,49459x^2$; $R^2 = 0,36$; EMAn = $3387,75399 + 1748,44952x - 17062x^2$; $R^2 = 0,60$).

A melhora na metabolizabilidade de energia também pode ser atribuída aos compostos presente no extrato de alho e no extrato de boldo, alicina e a boldina, respectivamente. Estes aditivos fitogênicos estão associados ao estímulo e produção das enzimas digestivas como lipase, amilase, tripsina, quimotripsina e maltase (Lee et al., 2003; Basmacioğlu Malayoğlu et al., 2010). Além disso, a ação digestiva desses compostos, provavelmente, exercida por meio da estimulação do fígado para produzir e secretar ácidos biliares, desempenha um papel muito importante na digestão e absorção de gorduras (Platel e Srinivasan, 2004). Sendo assim, os fitogênicos utilizados podem ter proporcionado efeito estimulador benéfico sobre as secreções digestivas do suco gástrico e pancreático, e da mucosa intestinal. Além disso, uma outra ação dos fitogênicos sobre a metabolizabilidade dos nutrientes pode ter sido proporcionada pela redução do tempo de trânsito do alimento, como verificado por Platel e Srinivasan (2004) e isto, associado aos seus efeitos sobre a estimulação de enzimas digestivas e secreção biliar, pode ter contribuído aumentando a disponibilidade e absorção de nutrientes, principalmente, de lipídeos.

Os resultados do presente estudo corroboram com os de Fascina et al. (2012), que observaram maior energia metabolizável aparente, coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta e do extrato etéreo na fase inicial, quando se utilizou uma mistura de aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos, na dieta de frangos de corte.

Algumas pesquisas demonstraram que a suplementação de aditivos fitogênicos pode não melhorar os valores de energia metabolizável e a metabolizabilidade de proteína e matéria seca (Muhl e Liebert 2007; Basmacioglu Malayoglu et al., 2010), já que dietas altamente digestíveis a base de milho e soja podem dificultar a detecção do aumento da digestibilidade ocasionada pela inclusão de aditivos melhoradores de desempenho (Lee et al., 2003). Entretanto, a suplementação de uma mistura de óleos essenciais (orégano, canela e pimenta) na dieta dos frangos de corte, melhora a metabolizabilidade da proteína bruta e matéria seca (García et al. 2007). O mesmo resultado foi relatado por Brenes et al. (2010) que observaram aumento da digestibilidade da proteína ileal aos 21 dias de idade, ao se utilizar o extrato de semente de uva na dieta de frangos de corte.

Qualidade e oxidação lipídica da carne

A análise de pH, perda por cocção, perda por exsudação (*drip loss*), cor (L^* , a^* , b^*) e força de cisalhamento na carne de peito de frangos de corte, obtidas 24 horas após o abate, estão apresentados na Tabela 6. A maioria das variáveis indicativas da qualidade de carne não foram afetadas pela suplementação de aditivos fitogênicos na dieta, com exceção da força de cisalhamento que foi reduzida ($P = 0,001$) com o uso de fitogênicos na dieta, em comparação às aves que receberam a dieta com AMD.

Os tratamentos com 0,05 e 0,10% de aditivos fitogênicos na dieta induziram a diminuição da força de cisalhamento do músculo do peito, quando comparado ao tratamento que recebeu AMD na dieta. Esse resultado demonstra que a mistura de aditivos, quando comparado ao promotor de crescimento, pode promover melhor maciez da carne, característica favorável à escolha do consumidor e foi semelhante ao encontrado por Dong et al. (2011), que relataram diminuição da força de cisalhamento do músculo do peito de frangos que receberam dietas suplementadas por extrato de alfafa.

No geral os valores médios de pH da carne variaram de 6,00 a 6,05, sendo considerados normais para carne de frango segundo Fletcher (2002), e indicando que as carnes não apresentam alterações típicas de carne pálida (PSE).

A cor da carne é um atributo importante para o consumidor escolher o produto no momento da compra (Qiao et al., 2002). L^* , a^* e b^* também estão dentro da faixa considerada normal indicando que a inclusão de aditivos fitogênicos não afeta a cor da carne de peito.

A perda por cocção da carne do peito variou de 22,76 a 23,45% entre tratamentos e *drip loss* exibiu pequenas variações entre os tratamentos, com média de 1,45 para os tratamentos contendo AF, 1,47 para dieta controle e 1,53 para o tratamento com AMD. Embora não tenha ocorrido efeito da inclusão dos fitogênicos para estas características, estes resultados indicam que a utilização dos aditivos fitogênicos na dieta proporciona carnes com características favoráveis e que podem ser bem aceitas pelos consumidores por não apresentarem alterações nas características físicas e de qualidade da carne.

As variáveis de oxidação lipídica nas amostras de peito armazenadas congeladas (-20°C) estão apresentadas na Tabela 7. O grau de oxidação de lipídios, medido pela concentração de MDA, não foi influenciado pelos níveis de inclusão dos AF em nenhum dos períodos de armazenamento analisados.

Neste estudo, embora, os aditivos fitogênicos utilizados sejam reconhecidos por sua ação antioxidante, os níveis utilizados não provocaram alterações significativas nas amostras. Sabe-se que o TBARS é um índice de peroxidação lipídica das membranas e é avaliado através da formação dos produtos oriundos da reação de oxidação, sendo útil para determinar o dano tecidual (Pansarasa et al., 1999), ou seja, o aumento nos níveis deste indicador revela maior dano nas membranas das células. Dessa forma, a ausência de efeito dos fitogênicos utilizados pode estar associada às condições favoráveis de temperatura e sanidade de criação, que não induziram as aves ao estresse oxidativo, o qual também pode ter sido atenuado pela baixa concentração de ácidos graxos poli-insaturados no peito de frango, pois o músculo do peito é conhecido por possuir pouca quantidade de gordura quando comparado com a coxa e fígado. Os ácidos graxos poli-insaturados são facilmente ligados pelos radicais hidroxilas em um processo que conduz à peroxidação dos lipídios (Ruffet al., 2003). Outra hipótese, é que a baixa temperatura de armazenamento das amostras de carne de peito e o fato de terem sido armazenadas *in natura* possa ter influenciado no retardo das reações oxidativa (Melton, 1983; Grauet al., 2000).

Perfil bioquímico e estado antioxidante no sangue

Os perfis bioquímicos de lipídios no sangue dos frangos de corte aos 42 dias de idade estão mostrados na Tabela 8. Não foram encontradas diferenças significativas para colesterol total, LDL, HDL e níveis de triglicérides entre os tratamentos. Segundo Lumeij et al. (1997) as concentrações plasmáticas de colesterol normal para a maioria das espécies de aves variam de

100 a 250 mg/dL. Assim os valores obtidos para as concentrações de colesterol total se encontram dentro do padrão normal.

Compostos ativos, presentes nos fitogênicos estudados, como os compostos sulfurados do alho e polifenóis encontrados na erva mate e no boldo do Chile, atuam na redução do risco de aterosclerose, bem como nas alterações no metabolismo do colesterol, podendo prevenir a formação do LDL oxidado e elevar a capacidade antioxidante total do sangue (Manach et al., 2004). Em estudo, Toghiani et al. (2010) avaliaram a suplementação de cominho negro e hortelã e observaram que os parâmetros bioquímicos, incluindo proteínas séricas, albumina, triglicérides, LDL, HDL e colesterol total não foram influenciados pelo uso dos fitogênicos.

No presente estudo, a mistura de aditivos fitogênicos utilizados não mostrou efeito na redução nos níveis séricos de colesterol e suas frações. Estes resultados foram similares aos encontrados por Najafi e Torki (2010) em frangos suplementados com extrato de cravo na dieta e contrários aos obtidos no estudo realizado por Choi et al. (2010) que encontraram níveis baixos de lipoproteína de baixa densidade e alto níveis de lipoproteína de alta densidade quando adicionaram 5% de alho em pó na dieta de frangos de corte. Também discordam dos resultados verificados por Almeida et al., (2000), que demonstraram efeito positivo do boldo do Chile, na redução dos níveis de colesterol total e glicose sanguínea em ratos.

Os valores médios das concentrações de superóxido dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GSH-Px), glutathione reduzida (GSH), capacidade antioxidante total (CAT) e MDA no soro estão apresentados na Tabela 9. Houve diferença significativa do tratamentos com 0,1% de adição dos fitogênicos em relação aos demais tratamentos para os valores de CAT. Não houve alterações na atividade da SOD, GPx, GSH e MDA no soro sanguíneo de frangos de cortes, nos grupos estudados.

A ausência de resultados sugere que, ou não houve estresse suficiente para criar as condições metabólicas necessárias à ativação das enzimas, ou os níveis de adição dos fitogênicos utilizados e/ou sua combinação não influenciou a ativação destas enzimas. A CAT é um bom indicador do equilíbrio entre substâncias pró-oxidante e os correspondentes mecanismos de defesa antioxidante. Quando este equilíbrio não é alcançado e a geração de pró-oxidantes supera os mecanismos antioxidantes, os valores da CAT diminuem, indicando que o corpo entra em estresse oxidativo (Yu, 1994). Com efeito, a ingestão de aditivos fitogênicos deveria proporcionar medidas de capacidade total antioxidante superiores aos tratamentos que não receberam aditivos

fitogênicos na dieta (AMD e DC) devido aos efeitos antioxidantes dos compostos ativos das plantas (tais como os polifenóis), o que não foi observado, demonstrando que o sistema antioxidante do organismo estava em equilíbrio. Os polifenóis agem diretamente como sequestradores de radicais livres, enquanto asseguram a proteção e regeneração de outros antioxidantes dietéticos (Manach et al., 2004) influenciando positivamente o equilíbrio oxidativo do organismo.

O biomarcador mais utilizado para se determinar a oxidação lipídica é o MDA, um dos produtos resultantes da oxidação mais abundante no organismo presente em células e tecidos (De Zwart et al., 1999). Com base nos resultados de MDA no sangue, pode-se supor que os compostos com atividade antioxidantes presentes nos fitogênicos não atuaram efetivamente para promover a neutralização dos radicais livres e contribuir para proteção das células contra os efeitos deletérios da oxidação e, isto também pode ser devido às baixas condições de desafio oxidativo à que as aves estavam sujeitas, indicando uma boa condição de saúde das aves.

Em estudos desenvolvido por Dong et al. (2011), a suplementação com extrato de alfafa na dieta de frangos de corte aumentou a atividade enzimática da SOD no soro e no fígado. Zhao et al. (2011) também observaram aumento na atividade enzimática da SOD em galinhas poedeiras que receberam dietas suplementadas com raiz de gengibre. Outros trabalhos utilizando *Astragalus membranaceus* mostraram melhora na estabilidade oxidativa no soro sanguíneo de frangos (Lee et al., 2003; Hei et al., 2005; Zhang et al., 2013). Os resultados obtidos neste estudos diferem dos observados por estes autores pois não se verificou efeito da mistura de fitogênicos para atividade enzimática da SOD.

Os níveis séricos de proteína total, albumina, globulina e glicose estão apresentados na Tabela 10. Não foram encontrados efeitos significativos da inclusão dos fitogênicos combinados para estas variáveis no soro sanguíneo dos frangos de corte aos 42 dias de idade, diferente do observado por Zhang et al. (2013), que verificaram que a suplementação de *Astragalus membranaceus* na dieta de frangos de corte aumentou as concentrações de albumina e globulina séricas. As concentrações das proteínas plasmáticas totais nas aves variam de 2,5 a 4,5 g/dL e a albumina representa de 40 a 50% da proteína plasmática total das aves, sendo que seus teores normais variam de 0,8 a 2,0 g/dL (Kaneko et al., 1997). A concentração de proteínas plasmáticas totais é um indicador do estado de saúde das aves. Nesse estudo os valores obtidos (2,67 a 2,95 g/dL) se encontram dentro dos padrões de referência normais. Ainda, segundo Campbell et al.

(2004) a concentração sanguínea de glicose de aves saudáveis varia de 200 a 500 mg/dL, indicando que os frangos deste experimento podem ser incluídos nesta categoria, pois os níveis sanguíneos de glicose obtidos variaram de 179,38 a 214,45 mg/dL.

Não foi observada melhora nos níveis séricos de proteína total, albumina, globulina e glicose com o uso dos fitogênicos, e esta ausência de efeito podem ser atribuída à diversas transformações bioquímicas que afetam a biodisponibilidade dos polifenóis, presentes nos fitogênicos utilizados, bem como a sua eficácia. A absorção, desses compostos, é variável devido à diversidade de estruturas moleculares, que determinam a extensão da sua absorção intestinal e a natureza dos metabólitos circulantes no plasma. A albumina é a primeira proteína responsável pela ligação com os compostos polifenóis e essa afinidade pela albumina varia de acordo com a estrutura química do composto. Em vista disso, o grau de união com a albumina pode afetar a rota de excreção de metabólitos e sua distribuição para as células e os tecidos. Dessa forma, apenas metade dos polifenóis oriundos da dieta está acessível para reagir com os agentes oxidantes (Santos-Buelga e Scalbert, 2000; Scalbert e Willianson, 2000).

Embora não se tenha encontrado efeito para todas as variáveis analisadas neste experimento, o uso dos fitogênicos pode ser uma alternativa para utilização de antioxidantes naturais nas dietas de frangos de corte, capazes de proteger não somente o organismo animal contra o processo de oxidação, mas também de possibilitar proteção antioxidante ao produto final e garantir melhor tempo de prateleira. Diante do exposto, sugere-se a necessidade de mais estudos envolvendo outros fitogênicos como agentes antioxidantes naturais e em condições de maior desafio oxidativo, para avaliar se estes apresentam potencial para promover a produtividade, reforçando não só a saúde e o bem-estar das aves, como também a estabilidade oxidativa dos seus produtos em diferentes condições de armazenamento. É importante destacar que o efeito antioxidante dos aditivos fitogênicos sobre a carne também depende do tempo de armazenamento, do corte específico e se o produto é armazenado *in natura* ou cozido e temperado.

Conclusão

Os resultados indicam que a administração da mistura de aditivos fitogênicos composta por boldo do Chile, erva mate, alecrim do campo e alho na dieta não afeta o desempenho, o rendimento de carcaça e partes de frangos de corte e melhora a maciez da carne de peito sem

afetar outras características de qualidade da carne. A inclusão combinada destes fitogênicos melhora a metabolizabilidade da energia bruta na fase de crescimento. Contudo, a atividade antioxidante desta mistura de fitogênicos sobre a estabilidade oxidativa plasmática e da carne de peito não foi evidenciada neste estudo.

Referências

- Abreu, P. G., V. M. N. Abreu, and F. C. Baêta. 2000. Metodologia de Dimensionamento de Sistemas de Aquecimento em Piso, em Função da Temperatura e Espessura de Cama, para Criação de Frangos de Corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, 2:19-25.
- Almeida E. R., A. M. Melo, and H. Xavier. 2000. Toxicological evaluation of the hydroalcohol extract of the dry leaves of *Peumus boldus* and boldine in rats. *Phytother Research* 14:99–102.
- Basmacioğlu Malayoğlu, H.; S. Baysal, Z. Misirlioglu, M. Polat, H. Yilmaz, and N. Turan. 2010. Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat-soybean meal diets. *British Poultry Science* 52:67-80.
- Brand-Williams, W., M. E., Cuvelier, and C., Berset. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology* 28: 25-30.
- Brenes A., A. Viveros, I. Goñi, C. Centeno, F. Saura-Calixto and I. Arijia. 2010. Effect of grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2:326–333.
- Butler, L. G., and Rogler J. C. 1992. Biochemical mechanisms of the antinutritional effects of tannins. Pages 298–304 in phenolic compounds in food and their effects on health. ed. C.T. Ho, C. Y. Lee and M. T. Huang. Washington, DC, USA.
- Campbell, T.W. 2004. Clinical Chemistry of Birds. In: Thrall, M.A. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins. 479-492
- Carreras, I., M. Castellari, J. A. Garcia Regueiro, L. Guerrero, E. Estere-Garcia, and C. Sarraga, 2004. Influence of enrofloxacin administration and α -tocopheryl acetate supplemented diets on oxidative stability of broiler tissues. *Poultry Science* 83:796-802.

Cavitt, L. C., G. W. Youm, and J. F. Meullenet. 2004. Prediction of poultry meat tenderness using Razor Blade shear, Allo–Kramer shear, and sarcomere length. *Journal of Food Science* 69:11-15.

Choi, L .H., W. Y. Park and Y. J. Kim. 2010. Effects of dietary garlic powder and α -tocopherol supplementation on performance, serum cholesterol levels, and meat quality of chicken. *Poultry Science* 89:1724-1731.

Cortinas, L., A. Barroeta, C. Villaverde, J. Galobart, F. Guardiola, and D. Baucells. 2005. Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid oxidation. *Poultry Science* 84:48–55.

De-Zwart, L.L., J.H. Meerman, J.N.M. Commandeur, and N.P. Vermeulen. 1999. Biomarkers of free radical damage: applications in experimental animals and in humans. *Free Radical Biology and Medicine*, 26:202-226.

Dong, X. F., W. W. Gao, J. M. Tong, H. Q. Jia, R. N. Sa, and Q. Zhang. 2007. Effect of polysavone (Alfalfa extract) on abdominal fat deposition and immunity in broiler chickens. *Journal Poultry Science*. 86:1955-1959.

Erel, O. 2004. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clinical Biochemistry* 37:277-285.

Fascina, V. B., J. R. Sartori, E. Gonzales, F. B. Carvalho, I. M. G. P. Souza, G. V. Polycarpo, A. C. Stradiotti, and V. C. Pelicia. 2012. Phytogetic additives and organic acids in broiler chicken diets. *Revista Brasileira de Zootecnia (Online)*, 41: 2189-2197.

Fellenberg, M.A., C. Delporte, N. Backhouse, I. Peña, and H. Speisky, 2008. Effect of dietary supplementation with a dried extract of boldo (*Peumus boldus* Mol.) on the growth and oxidative status of broiler chicken. *Brazilian Journal of Poultry Science* 10:245-252.

Fletcher, D. L. 1991. Ante mortem factors related to meat quality. In: Europe Symposium on the quality of poultry meat. Doorwerth. Proceedings Beekbergen: Spelderholt Centre for Poultry Research and information Services. p.11-19.

- Fletcher, D. L., 1999. Color Variation in commercially packaged broiler breast fillets. *The Journal of Applied Poultry Research* 8:67–69.
- García, V., P. Catalá-Gregori, and F. Hernández. 2007. Effect of Formic Acid and Plant Extracts on Growth, Nutrient Digestibility, Intestine Mucosa Morphology, and Meat Yield of Broilers. *Journal Applied Poultry Research*, 16:555-562.
- Grau, A., F. Guardiola, J. Boatella, and R. Codony. 2000. Measurement of 2-thiobarbituric acid values in dark chicken meat through derivative spectrophotometry: influence of various parameters. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 48:1155-1159.
- Gray, J. I., E. A. Gomma, and D. J. Buckley. 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science* 43:111-123.
- Hei, Z. Q., H. Q. Huang, J. J. Zhang, B. X. Chen, and X. Y. Li. 2005. Protective effect of *Astragalus membranaceus* on intestinal mucosa reperfusion injury after hemorrhagic shock in rats. *World Journal Gastroenterology* 11:4986–4991.
- Hernández, F.; J. Madrid, V. García, J. Orengo, and M. D. Megías, 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science* 83:169-174.
- Honikel K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49:447-457.
- Kaneko, J.J., J.W. Harvey, and M.L. Bruss. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 5th ed., San Diego, Academic Press. 932.
- Lauridsen, C., Buckley, D. J. and Morrissey, P. A. 1997. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on α -tocopherol levels and fatty acid profiles in chicken muscle membrane fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. *Meat Science* 46, 9-22.
- Lee, K. W., H. Everts, H. J. Kappert, M. Frehner, R. Losa, and A. C. Beynen. 2003. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science* 44:450-457.

- Lee, Y. S., O. K. Han, C. W. Park, S. I. Suh, S. W. Shin, C. H. Yang, T. W. Jeon, E. S. Lee, K. J. Kim, and S. H. Kim. 2003. Immunomodulatory effects of aqueous-extracted *Astragalus radix* in methotrexate-treated mouse spleen cells. *Journal of Ethnopharmacology* 84:193–198.
- Loetscher, Y., M. Kreuzer, and R. E. Messikommer. 2013. Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace and entire nettle, and effects on performance and meat quality. *Poultry Science*. 92: 2938-2948.
- Lumeij, J.T. Avian Clinical Biochemistry. In: Kaneko, J.J., J.W. Harvey and M.L. Bruss. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* 5th edition. San Diego, Academic Press, 1997. 932p.
- Manach, C., C. Scalbert, C. Morand, C. Rèmezy, and L. Jimenez. 2004. Polyphenols: Food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition* 79:727–747.
- Matterson, L.D. 1965. Metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Connecticut: UNICONN PRESS, 11p.
- Melton, S. T. 1983. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technology* 37:105-116.
- Morrissey, P. A., P. J. E. Sheehy, K. Galvin, J. P. Kerry, and D. J. Buckley. 1998. Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science* 49:73-86.
- Muhl, A. and F. Liebert. 2007. Growth nutrient utilization and threonine requirement of growing chicken fed threonine limiting diets with commercial blends of phytogenic feed additives. *The Journal of Poultry Science* 44:297-304.
- Najafi, P. and Toriki, M. 2010. Performance, blood metabolites and immunocompetence of broiler chicks fed diets included essential oils of medicinal herbs. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9:1164-1168.
- Ortiz, L. T., C. Centeno and J. Treviño. 1993. Tannin in faba bean seeds. Effects on the digestion of protein and amino acids in growing chicks. *Animal Feed Science and Technology* 41:271-278.

- Paglia, D. E. and W. N. Valentine. 1967. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 70:158-169.
- Pansarasa, O., L. Bertorelli, J. Vecchiet, G. Felzani, and F. Marzatico. 1999. Age-dependent changes of antioxidant activities na markers of free radical damage in human skeletal muscle. *Free Radical Biology and Medicine*. 27:617-622.
- Platel, K. and K., Srinivasan. 2004. Digestive stimulant action of spices: a myth or reality? *Indian Journal of Medicine Research*, 119:167-179.
- Qiao, M., D. L. Fletcher, J. K. Northcutt, and D. P., Smith. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science* 81:422-427.
- Ruff, N., R. D. Fitzgerald, T. F. Cross, K. Hamre, and J. P. Kerry. 2003. The effect of dietary vitamin E and Clevel on market size turbot (*Scophthalmus maximus*) fillet quality. *Aquaculture Nutrition* 9:91-103.
- Sahin, K., C. Orhan, M. Tuzcu, S. Ali, N. Sahin, and A. Hayirli. 2010. Epigallocatechin-3-gallate prevents lipid peroxidation and enhances antioxidant defense system via modulating hepatic nuclear transcription factors in heat-stressed quails. *Poultry Science* 89:2251-2258.
- Santos-Buelga, C. and A. Scalbert. 2000. Proanthocyanidins and tannin like compounds nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80:1094-117.
- SAS. 2002. 'SAS user's guide: statistics.' (SAS Institute Inc.: Cary, NC).
- Scalbert, A and G. Willianson. 2000. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, 130:2073S-85S.
- Silva D. J. and A. C. Queiroz. 2002. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos* (3rd edn). (Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, Brasil).

Smet, K., K. Raes, G. Huyghebaert, L. Haak, S. Arnouts, and S. De Smet. 2008. Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. *Poultry Science* 87:1682–1688.

Thom, E. C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, n.1, p. 57 – 60.

Toghyani, M., M. Toghyani, A. Gheisari, G. Ghalamkari, and M. Mohammadrezaei. 2010. Growth performance, serum biochemistry and blood hematology of broiler chicks fed different levels of black seed (*Nigella sativa*) and peppermint (*Mentha piperita*). *Livestock Science* [online]. 129:173-178.

Vyncke, W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette-Seifen Anstrichmittel* 72:1084-1087.

Yu B. P. 1994. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiology Review* 74:139-162.

Zhang, G. G., Z. B. Yang, Y. Wang, and W. R. Yang. 2013. Effects of *Astragalus membranaceus* root processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. *Poultry Science* 92:178-183.

Zhao, X., Z. B. Yang, W. R. Yang, Y. Wang, S. Z. Jiang, and G. G. Zhang. 2011 Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) on laying performance and antioxidant status of laying hens and on dietary oxidation stability. *Poultry Science* 90:1720-1727.

Tabela1. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas basais.

Ingredientes	Pré-inicial (1 a 7 dias)	Inicial (8 a 21 dias)	Crescimento (22 a 35 dias)	Final (36 a 42 dias)
Milho, moído	54,760	58,954	61,622	66,365
Soja, farelo 45%	38,381	34,853	31,627	27,416
Bicarbonato de sódio	0,233	0,195	0,158	0,139
Calcário calcítico	0,914	0,923	0,863	0,769
Fosfato bicálcico	1,907	1,510	1,275	1,071
Soja, óleo bruto	2,304	2,249	3,222	3,034
DL-Metionina (99%)	0,356	0,285	0,255	0,238
L-Lisina HCl (78,4%)	0,278	0,211	0,188	0,227
L-Threonina (98,5%)	0,104	0,058	0,039	0,048
Cloreto de colina (60%)	0,060	0,060	0,050	0,040
Premix ¹	0,200	0,200	0,200	0,150
Inerte ²	0,150	0,150	0,150	0,150
Sal comum	0,350	0,350	0,350	0,350
Total	100	100	100	100
<i>Composição calculada</i>				
EM(kcal/kg)	2.950	3.000	3.100	3.150
PB (%)	22,20	20,80	19,50	18,00
Cálcio (%)	0,92	0,82	0,73	0,63
Fósforo disponível (%)	0,47	0,39	0,34	0,29
Metionina digestível (%)	0,65	0,56	0,52	0,49
Met+Cys digestível (%)	0,94	0,85	0,78	0,73
Lisina digestível (%)	1,31	1,17	1,08	1,01
Treonina digestível (%)	0,85	0,76	0,70	0,66
Potássio (%)	0,86	0,81	0,76	0,69
Sódio (%)	0,22	0,21	0,20	0,19
Cloro (%)	0,26	0,26	0,26	0,17
Ácido linoleico (%)	2,63	2,65	3,19	3,15

¹Premix vitamínico e mineral para frangos de corte (Fatec®) níveis de garantia/kg de ração para as fases pré-inicial, inicial e crescimento: Vit. A, 11.000 UI; Vit.B1, 1 mg; Vit.B12, 15 mg; Vit.B2, 5,004 mg; Vit.B6, 1,5 mg; Vit. D3, 2.000 UI; Vit. E, 13 UI; Vit. K3, 2,5 mg; Biotina, 0,05 mg; Niacina, 0,035 g; Ác. Fólico, 0,502 mg; Ác. Pantotênico, 12,06 mg; Co, 0,1 mg; Cu, 6 mg; Fe, 0,05 g; I, 1 mg; Mn, 0,065 g; Se, 0,201 mg; Zn, 0,04498 g. Final: Vit. A, 8.250 UI; Vit. B1, 0,75 mg; Vit. B12, 11,25 mg; Vit. B2, 3,753 mg; Vit. B6, 1,125 mg; Vit. D3, 1.500 UI; Vit. E, 9,75 UI; Vit. K3, 1,875 mg; Biotina, 0,0375 mg; Niacina, 0,026 g; Ác. Fólico, 0,3765 mg; Ác. Pantotênico, 9,045 mg; Co, 0,075 mg; Cu, 4,5 mg; Fe, 0,037 g; I, 0,75 mg; Mn, 0,048 g; Se, 0,150 mg; Zn, 0,0337 g. ²Caulim. A adição de 5ppm de Bacitracina de Zinco a 15% (Albac®) como do alho, alecrim do campo, boldo do Chile e erva mate foram realizadas em substituição ao caulim.

Tabela 2. Atividade de inibição do DPPH (EC 50) dos antioxidantes.

Aditivos Fitogênicos	Atividade antioxidante g DPPH/kg
Alho	25,48 ± 0,86 ¹
Erva Mate	1360 ± 12 ¹
Boldo do Chile	889 ± 6 ¹
Alecrim do Campo	679 ± 8 ¹

¹Média e estimativa de desvio padrão.

Tabela 3. Desempenho de frangos de corte alimentados com níveis de aditivos fitogênicos (AF).

Fases	Variáveis ¹	DC ²	AMD ³	AF, % ⁴			P-value	CV, % ⁵
				0,05	0,10	0,15		
1-7 dias	PC, g	165	162	164	153	161	0,066	5,27
	GP, g	117	114	117	106	114	0,052	7,07
	CR, g	105	105	107	109	110	0,619	6,28
	CA	0,91	0,95	0,92	1,04	0,98	0,058	9,64
	VB, %	98,7	97,4	99,5	99,5	99,1	0,317	2,08
1-21 dias	PC, g	855	854	860	862	863	0,806	2,13
	GP, g	808	807	813	814	815	0,783	2,28
	CR, g	1042	1039	1060	1042	1053	0,857	3,24
	CA	1,29	1,28	1,31	1,29	1,30	0,450	1,68
	VB, %	98,7	97,9	98,7	98,8	98,4	0,129	0,81
1-42 dias	PC, g	2512	2520	2487	2452	2508	0,424	3,12
	GP, g	2464	2472	2440	2404	2461	0,435	3,18
	CR, g	4299	4272	4217	4165	4182	0,420	3,83
	CA	1,76	1,73	1,72	1,73	1,71	0,147	2,23
	VB, %	97,5	94,1	97,8	98,3	96,2	0,065	3,18
	FEP	323,94	318,45	329,32	324,54	328,47	0,593	4,48

¹PC, Peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade; FEP, fator de eficiência produtiva.

²DC, dieta controle. ³Ração com adição de antibiótico melhorador de desempenho. ⁴DC + Aditivos fitogênicos, 0,05; 0,10 e 0,15%, respectivamente. ⁵CV: coeficiente de variação.

Tabela 4. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade.

Variáveis	DC ²	AMD ³	AF, % ⁴			P-value	CV, % ⁵
			0,05	0,10	0,15		
Carc, % ¹	75,44	72,18	73,62	73,87	74,39	0,718	2,14
GAb, % ¹	1,77	1,78	1,77	1,87	1,83	0,788	4,02
Peito, % ¹	40,79	40,55	40,41	40,64	40,53	0,937	5,28
Cx + Sbcx, % ¹	29,86	30,50	29,39	29,90	29,45	0,629	5,78
Asas, % ¹	11,34	11,18	11,43	11,38	11,47	0,913	6,57
Dorso, % ¹	18,41	17,98	19,17	18,40	18,69	0,161	7,69

¹Carc, rendimento de carcaça; GAb, peso relativo de gordura abdominal; Peito, rendimento de peito; Cx+Sbcx, rendimento de coxa + sobrecoxa; Asas, rendimento de asas; Dorso, rendimento de dorso.

²DC, dieta controle. ³Ração com adição de antibiótico melhorador de desempenho. ⁴DC + Aditivos fitogênicos, 0,05; 0,10 e 0,15%, respectivamente. ⁵CV: coeficiente de variação.

Tabela 5. Metabolizabilidade dos nutrientes de dietas contendo aditivos fitogênicos (AF) para frangos de corte no período de 25 a 35 dias de idade.

Variáveis	DC ²	AMD ³	AF, % ⁴			P-value	CV, % ⁵
			0,05	0,10	0,15		
EMAn, kcal/kg ¹	3389 ^a	3085 ^c	3430 ^a	3395 ^a	3265 ^b	<0,001	1,58
CMEB, % ¹	72,36 ^{ab}	66,92 ^b	74,60 ^a	73,69 ^b	72,38 ^b	0,001	1,58
CMMS, % ¹	89,18	90,07	72,57	88,17	88,24	0,051	1,47
CMPB, % ¹	46,70	43,12	44,32	46,94	42,09	0,443	12,77
CMEE, % ¹	71,86	72,00	89,29	71,35	70,48	0,143	2,09

¹EMAn, energia metabolizável corrigido pelo balanço de nitrogênio; CMEB, coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta; CMMS, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca; CMPB, coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta; CMEE, coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo.

²DC, dieta controle. ³Ração com adição de antibiótico melhorador de desempenho. ⁴DC + Aditivos fitogênicos, 0,05; 0,10 e 0,15% respectivamente. ⁵CV: coeficiente de variação.

^{ab}Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey(P<0,05).

CMEB = $74,16786 + 13,31006x - 182,49459x^2$; $R^2=0,36$, ponto de inflexão 0,042%

EMAn = $3387,75399 + 1748,44952x - 17062x^2$; $R^2 = 0,60$, ponto de inflexão 0,051%

Tabela 6. Médias de pH, perda de água por cocção (PPC), perda de água por exsudação (PPE) coloração (L*, a*, b*) e força de cisalhamento (FC) de peitos de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade.

Variáveis	DC ²	AMD ³	AF, % ⁴			P-value	CV, % ⁵
			0,05	0,10	0,15		
pH	6,01	6,02	6,00	6,04	6,05	0,418	0,26
PPC, % ¹	22,76	23,04	23,45	22,95	22,95	0,944	2,04
PPE, % ¹	1,47	1,53	1,52	1,43	1,50	0,958	5,48
L*	57,84	57,18	57,92	57,69	57,19	0,498	0,56
a*	2,97	3,14	2,86	2,70	2,77	0,502	5,36
b*	4,69	4,81	4,97	4,54	4,58	0,779	4,76
FC, N.mm ¹	140,65 ^b	155,36 ^a	143,74 ^b	144,77 ^b	148,04 ^{ab}	0,001	1,43

¹PPC, perda por cocção; PPE, perda por exsudação; FC, força de cisalhamento.

²DC, dieta controle. ³Ração com adição de antibiótico melhorador de desempenho. ⁴DC + Aditivo fitogênico, 0,05, 0,10 e 0,15 mg/kg respectivamente.

⁵CV: coeficiente de variação.

^{ab}Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste Tukey(P<0,05).

Tabela 7. Valores de TBARS (mg de MDA/kg da amostra) na carne de peito de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade, em diferentes períodos de armazenamento.

Tempo de estocagem	DC ¹	AMD ²	AF, % ³			P-value	CV, % ⁴
			0,05	0,10	0,15		
0 dia	0,016	0,017	0,017	0,016	0,017	0,993	1,03
30 dias	0,420	0,429	0,427	0,424	0,434	0,997	5,48
60 dias	0,389	0,372	0,265	0,387	0,372	0,955	5,03
90 dias	0,264	0,274	0,265	0,387	0,372	0,880	3,29
120 dias	0,254	0,256	0,261	0,248	0,250	0,905	2,50

¹DC, dieta controle. ²DC com adição de antibiótico melhorador de desempenho. ³DC + Aditivos fitogênicos, 0,05, 0,10 e 0,15% respectivamente.

⁴CV: coeficiente de variação;

Tabela 8. Efeitos da suplementação de aditivos fitogênicos (AF) nos níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e colesterol no soro sanguíneo em frangos de corte aos 42 dias de idade.

Variáveis	DC ¹	AMD ²	AF, % ³			P-value	CV, % ⁴
			0,05	0,10	0,15		
HDL, mg/dL	80,31	81,72	87,12	83,65	84,24	0,593	11,48
LDL, mg/dL	24,35	24,14	26,93	27,85	30,55	0,968	73,66
Colesterol, mg/dL	126,03	131,34	133,12	126,39	134,66	0,850	12,26
Triglicérides, mg/dL	100,98	101,21	94,39	84,66	100,76	0,679	27,42

¹DC, dieta controle. ²Ração com adição de antibiótico melhorador de desempenho. ³DC + Aditivos fitogênicos, 0,05, 0,10 e 0,15% respectivamente.

⁴CV: coeficiente de variação.

Tabela 9. Atividade enzimática e concentração de malonaldeído (MDA) no soro de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas de aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade.

Variáveis	DC ²	AMD ³	AF, % ⁴			P-value	CV, % ⁵
			0,05	0,10	0,15		
SOD, $\mu\text{mol/ml}^1$	15,97	16,03	16,20	16,21	15,95	0,359	2,03
GSH, nmol/L^1	0,44	0,42	0,57	0,44	0,42	0,475	39,96
GSH-Px, mmol/min^1	1,05	1,01	1,12	1,07	1,13	0,948	30,19
CAT, $\mu\text{mol/L}^1$	0,26 ^a	0,17 ^{ab}	0,17 ^{ab}	0,14 ^b	0,19 ^{ab}	0,037	33,52
MDA, $\mu\text{mol/L}^1$	10,72	8,28	9,67	8,34	8,17	0,574	2,43

¹SOD, Superóxido dismutase; GSH, glutatona peroxidase reduzida; GSH-Px, glutatona peroxidase; CAT, capacidade total antioxidante; MDA, malonaldeído.

²DC, dieta controle. ³Ração com adição de antibiótico melhorador de desempenho. ⁴DC + Aditivos fitogênicos, 0,05, 0,10 e 0,15% respectivamente.

⁵CV: coeficiente de variação.

^{ab}Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferentes diferem entre si pelo Teste Tukey(P<0,05).

Tabela 10. Concentrações de proteína total e glicose no soro de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas de aditivos fitogênicos (AF) aos 42 dias de idade.

Variáveis	DC ²	AMD ³	AF, % ⁴			P-value	CV, % ⁵
			0,05	0,10	0,15		
PT, g/dL ¹	2,86	2,67	2,95	2,82	2,91	0,103	0,53
Alb, g/dL ¹	1,56	1,51	1,62	1,57	1,59	0,062	0,43
Glob, g/dL ¹	1,29	1,16	1,33	1,25	1,31	0,179	0,61
Glicose, mg/dL	206,47	179,38	214,45	194,25	198,79	0,345	0,21

¹PT, proteína total; Alb, albumina; Glob, globulina.

²DC, dieta controle. ³Ração com adição de antibiótico melhorador de desempenho. ⁴DC + Aditivos fitogênicos, 0,05, 0,10 e 0,15% respectivamente.

⁵CV: coeficiente de variação.

CAPÍTULO III

Implicações

O estresse oxidativo leva à formação de compostos potencialmente tóxicos e danosos ao organismo animal. Esses compostos podem prejudicar não somente a saúde como a qualidade do produto final, com mudanças de cor, textura, sabor e odor desagradável à carne. Contudo, várias pesquisas desenvolvidas nas últimas décadas sugerem que a utilização de antioxidantes naturais pode reduzir a incidência de doenças relacionadas ao estresse oxidativo e retardar a oxidação lipídica nos produtos cárneos.

Existem poucos estudos científicos com plantas para fins terapêuticos, profiláticos ou como melhoradores do desempenho em animais. Alguns estudos já vêm demonstrando o potencial antioxidante dos extratos vegetais; no entanto, estes efeitos em frangos de corte, ainda estão em comprovação quando comparados com pesquisas na medicina humana. Neste sentido, cresce, em importância, a possibilidade da exploração de plantas com características medicinais na alimentação animal. Além disso, os estudos envolvendo agentes antioxidantes naturais se mostram de suma importância para a indústria alimentícia, no sentido de obter aditivos com menos efeitos colaterais, características indesejáveis que são observadas nos produtos sintéticos.

As pesquisas utilizando aditivos fitogênicos como antioxidantes naturais ainda são muito recentes na nutrição de aves e, além disso, a discrepância dos resultados na literatura é decorrente da grande variedade de extratos de plantas que podem ser utilizados e da ação de seus princípios ativos frente à atividade antioxidante. A região geográfica proveniente do extrato vegetal, a fertilidade do solo, a parte da planta utilizada e a estação do ano em que se faz a colheita do material influenciam na concentração e efetividade de seus princípios ativos. No geral, os níveis de inclusão, forma de administração e de preparo dos fitogênicos também influenciam os resultados.

Outro fator complicador para os testes com novos aditivos fitogênicos para frangos de corte, observados no estudo, são os desafios sanitários, ambientais e estresse oxidativo induzido aos animais. Grande parte das pesquisas realizadas com aditivos alternativos em universidades e centros de pesquisa são conduzidos em condições ideais de experimentação, onde a preocupação com o biossegurança e higienização do local são altas e os ingredientes utilizados na fabricação das rações são de qualidade, impedindo a observação real do efeito destes aditivos.

Como consideração para novas pesquisas com aditivos, para obtenção de resultados efetivos e que expressem o potencial efeito dos aditivos alternativos frente a atividade

antioxidante são necessárias desafios sanitários e ambientais como observados na produção de frangos de corte em escala comercial. Além disso, sugerem-se novas doses de uma mistura à base de plantas que garantem efeito benéfico, embora as doses de extratos utilizados tenham sido baseadas na literatura, e ainda assim não ter demonstrado efeito antioxidante em aves, acredita-se que outros estudos com outras dosagens de extratos de plantas faz-se necessários para uma possível demonstração de seus potenciais antioxidantes.