



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA - PDIZ

NADJA NAIARA PEREIRA FARIAS

EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE

FORTALEZA

2017

NADJA NAIARA PEREIRA FARIAS

EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia - PDIZ, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

FORTALEZA

2017

NADJA NAIARA PEREIRA FARIAS

EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia - PDIZ, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal.

Tese aprovada em: 08/12/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Silvana Cavalcante Bastos Leite
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

A Deus, por me fazer forte e persistente em meio ao cansaço e desânimo.

Aos meus pais, Lúcio e Luzia, pelos sinceros conselhos e apoio incondicional.

Ao meu esposo, Jayron, pelo companheirismo e incentivos.

Aos meus filhos, Larissa e Saulo, minhas mais doces motivações para a conclusão desse grande desafio.

Ao professor e orientador, Ednardo Rodrigues Freitas, pelos conhecimentos compartilhados e direcionamento a pesquisa com muita simplicidade e sabedoria.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado em Zootecnia.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da UFC, em especial a querida funcionária Roseane, sempre disposta a ajudar nas atividades diárias do laboratório.

Ao Setor de Avicultura, representado pelos funcionários Cláudio, Isaías, Marcos e Paulo, todos muito amigos e solícitos na época da realização dos experimentos.

Ao funcionário Olavo Bastos da Fábrica de Ração do Departamento de Zootecnia, sempre disposto a ajudar.

Aos estudantes do curso de Pós-Graduação e Graduação, por toda a ajuda durante a execução dos experimentos.

A todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a realização deste trabalho.

“Irmãos, reparai, pois, na vossa vocação; visto que não foram chamados muitos sábios segundo a carne, nem muitos poderosos, nem muitos de nobre nascimento; pelo contrário, Deus escolheu as coisas loucas do mundo para envergonhar os sábios e escolheu as coisas fracas do mundo para envergonhar as fortes; e Deus escolheu as coisas humildes do mundo, e as desprezadas, e aquelas que não são, para reduzir a nada as que são; a fim de que ninguém se vanglorie na presença de Deus.”

(1 Coríntios 1.26-29)

RESUMO

O experimento foi realizado para avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga na ração sobre o desempenho, características de carcaça, peso relativo dos segmentos do trato digestório, parâmetros sanguíneos, níveis de compostos fenólicos, atividade antioxidante e qualidade da carne de frangos de corte. Para isso, 756 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Ross 308, foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e seis repetições de dezoito aves. Os tratamentos consistiram em: ração sem adição de antioxidante (controle); ração com adição de 200 ppm do antioxidante butilato de hidroxitolueno (BHT); e rações com 200, 400, 600, 800 ou 1000 ppm de extrato etanólico do caroço da manga (EECAR). Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis de peso relativo dos segmentos do trato digestório, desempenho e características de carcaça. Para os parâmetros sanguíneos, apenas o colesterol total foi influenciado pelos tratamentos, obtendo-se níveis mais elevados para os frangos alimentados com a ração controle em relação aos alimentados com rações contendo EECAR. Para qualidade da carne, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a força de cisalhamento, perda de água na cocção, coloração e pH da carne. Os tratamentos também não influenciaram os valores de compostos fenólicos, atividade antioxidante pelo método DPPH e estabilidade lipídica da carne (TBARS). Contudo, pelo método ABTS, a carne do peito dos frangos alimentados com dietas, contendo EECAR a partir de 600 ppm, apresentaram maior atividade antioxidante quando comparada à carne das aves alimentadas com a dieta controle. O extrato etanólico do caroço da manga pode ser utilizado na alimentação de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade em até 1000 ppm sem que ocorram alterações prejudiciais no desenvolvimento do trato digestório, desempenho, características de carcaça, parâmetros bioquímicos e da qualidade da carne de frangos de corte. Quando adicionado a partir de 600 ppm, o EECAR aumenta a capacidade antioxidante da carne medida pelo método ABTS.

Palavras-chaves: Antimicrobianos. Antioxidantes. Compostos Fenólicos. Fitogênicos. Mangiferina. Óleos Essenciais.

ABSTRACT

The experiment was carried out to evaluate the effect of the inclusion of different levels of ethanolic extract of mango seeds in the ration on performance, on carcass traits, on development of the digestive tract, on blood parameters, on phenolic compound levels, on antioxidant activity and on meat quality of broiler chickens. For this, 756 one-day-old male chicks of the Ross 308 line were distributed in a completely randomized experimental design with seven treatments and six replicates of eighteen birds. The treatments consisted of: ration without addition of antioxidant (control); ration with addition of 200 ppm of the antioxidant Butylated hydroxytoluene (BHT); and rations with 200, 400, 600, 800 or 1000 ppm of ethanolic extract of mango seed (EEMS). There was no significant difference between the treatments for the variables of development of the digestive tract, performance and carcass characteristics. As for the blood parameters, only the total cholesterol was significantly influenced by the treatments, obtaining higher levels for the chickens fed with the control diet in relation to the ones fed with rations containing EEMS. As for meat quality, it was observed that there was no significant difference between the treatments for the shear force, loss of cooking water, color and pH of the meat. The treatments also did not significantly influence the values of phenolic compounds, antioxidant activity by the DPPH method and lipidic stability of the meat (TBARS). However, by the ABTS method, the meat of the chickens fed with diets containing EEMS from 600 ppm presented higher antioxidant capacity when compared to the meat of the birds fed with the control diet. The ethanolic extract of mango seed can be used to feed broiler chickens from 1 to 42 days of age at levels up to 1000 ppm without detrimental changes in tract development, performance, carcass characteristics, biochemical parameters and the quality of the meat of broilers. When added a dose greater than or equal to 600 ppm of EEMS, it increases the antioxidant capacity of the meat measured by the ABTS method.

Keywords: Antimicrobials. Antioxidants. Phenolic Compounds. Phytochemicals. Mangiferin. Essential Oils.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Algumas espécies vegetais utilizadas como extratos vegetais.....	21
Quadro 2 –	Bioatividades da manga em estudos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>	32
Quadro 3 –	Bioatividades da mangiferina em estudos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição percentual e nutricional calculada das rações controle para frangos de corte, de acordo com a idade.....	49
Tabela 2 –	Potencial antioxidante, atividade antioxidante total e compostos fenólicos do extrato etanólico do caroço da manga.....	51
Tabela 3 –	Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga.....	53
Tabela 4 –	Características de carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga.....	55
Tabela 5 –	Avaliação do peso relativo dos segmentos do trato digestório de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga.....	56
Tabela 6 –	Parâmetros bioquímicos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga.....	58
Tabela 7 –	Composição percentual e nutricional calculada das rações controle para frangos de corte, de acordo com a idade.....	68
Tabela 8 –	Potencial antioxidante, atividade antioxidante total e compostos fenólicos do extrato etanólico do caroço da manga.....	70
Tabela 9 –	Compostos fenólicos, atividade antioxidante e peroxidação da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga.....	73
Tabela 10 –	Cor da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga.....	75
Tabela 11 –	Qualidade da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
AAT	Atividade Antioxidante Total
ABTS	Radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
AST	Aspartato Aminotransferase
BHA	Butil Hidroxianisol
BHT	Butil Hidroxitolueno
CA	Conversão Alimentar
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CV	Coeficiente de Variação
DPPH	Radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil
DZ	Departamento de Zootecnia
EQ	Etoxiquin
EqAG	mg de Equivalente de Ácido Gálico
EECAR	Extrato Etanólico do Caroço da Manga
g	Gramas
h	Horas
HDL	Lipoproteína de Alta Densidade
kg	Quilograma
LAEX	Laboratório de Extração de Produtos Naturais
LDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
meq/kg	Miliequivalente por quilo
mg	Miligrama
min	Minuto
mm	Milímetro
NRC	National Research Council
TBARS	Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico
UFC	Universidade Federal do Ceará
W	Watts

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3	EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: ASPECTOS PRODUTIVOS, DESENVOLVIMENTO DO TRATO DIGESTÓRIO E PARÂMETROS SANGUÍNEOS.....	46
4	EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: COMPOSTOS FENÓLICOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E QUALIDADE DA CARNE.....	64
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
	REFERÊNCIAS.....	84

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A fim de sustentar a demanda cada vez maior de carne, é verdade que a eficiência da produção de aves deve ser mantida tão alta quanto possível. No entanto, esta afirmação baseia-se nas premissas de que o potencial genético dos frangos será alcançado e, simultaneamente, todos os desafios ambientais, como as alterações climáticas, a segurança, a produção intensiva ou a proibição de antibióticos e antioxidantes sintéticos na indústria avícola são efetivamente controlados (LILLEHOJ; LEE, 2012).

A inclusão de baixo nível de antibióticos como promotores de crescimento, assim como fontes de antioxidantes sintéticos na dieta dos animais para preservar os alimentos, neutralizar os radicais livres e prevenir a peroxidação lipídica tem desempenhado um papel significativo no crescimento e desenvolvimento da indústria avícola (THOMKE; ELWINGER, 1998; BURT, 2004; PLACHA *et al.*, 2014).

No entanto, as preocupações dos consumidores têm sido levantadas sobre os resíduos de fármacos em produtos à base de carne e sobre a ocorrência de bactérias resistentes devido ao uso frequente de antibióticos na alimentação animal (YANG *et al.*, 2009). Como resultado, essas suspeitas resultaram na restrição ou mesmo na proibição total destas substâncias em alguns países (SCHEWERMANN *et al.*, 2009).

Consequentemente, a pesquisa por aditivos alternativos tem sido incentivada para sustentar a produção animal. Entre as possibilidades mais aceitas (LEE *et al.*, 2003; HASHEMI; DAVOODI, 2010; YANG *et al.*, 2009; GRASHORN, 2010), estão os probióticos, prebióticos, enzimas exógenas e extratos de plantas.

Diversos estudos relatam o efeito antimicrobiano, antioxidante e digestivo dos extratos vegetais, caracterizando-se como potenciais substitutos dos antibióticos melhoradores do desempenho. Esses efeitos positivos na nutrição animal estão associados aos princípios ativos, componentes químicos presentes em todas as partes das plantas ou em áreas específicas (KAMEL, 2000) que conferem as plantas medicinais alguma atividade terapêutica (MARTINS *et al.*, 2000).

Relatos na literatura indicaram que extratos provenientes do caroço da manga possuem alta atividade antimicrobiana *in vitro* frente às bactérias *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, ação atribuída ao elevado teor de compostos fenólicos (ABDALLA *et al.*, 2007; ARBOS *et al.*, 2013), com destaque aos diversos grupos de taninos, que, apesar de indisponibilizarem os aminoácidos para os animais, também

formam quelatos com íons metálicos, diminuindo a disponibilidade destes para os micro-organismos (SCALBERT, 1991).

Por outro lado, tem sido relatado que o caroço da manga é uma boa fonte de ácidos graxos insaturados e antioxidantes naturais, pois contém diferentes compostos fenólicos, ácido ascórbico e carotenoides. Além disso, demonstrou-se que o extrato da manga possui atividades analgésicas, anti-diarreicas, anti-inflamatórias e antifúngicas, bem como efeitos hipoglicêmicos. Dessa forma, observa-se que os extratos oriundos do caroço da manga são efetivos em promover melhorias na saúde do frango, através do controle da oxidação lipídica da ração, resultando em estabilidade no produto cárneo (ABDALLA *et al.*, 2007; ISLAM *et al.*, 2010; FREITAS *et al.*, 2012; HUBER *et al.*, 2012; VIEIRA *et al.*, 2016).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga na ração sobre o desempenho, características de carcaça, desenvolvimento do trato digestório, parâmetros sanguíneos, níveis de compostos fenólicos, atividade antioxidante e qualidade da carne de frangos de corte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

EXTRATOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

EXTRATOS VEGETAIS

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, 2005).

O uso de aditivos para alimentação animal é regulamentado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os aditivos fitogênicos foram classificados segundo a IN do MAPA nº 13 de 01/12/2004 e são definidos como produtos que trazem benefícios à saúde do animal, além dos nutrientes tradicionais que eles contêm. Possuem tropismo específico para determinados órgãos, os tecidos, a fim de estabelecer sua função. Os extratos vegetais com aplicação na alimentação animal são considerados aditivos fitogênicos (SINDIRAÇÕES, 2013).

Os aditivos fitogênicos são uma classe relativamente nova dentro dos aditivos, sendo o maior desafio na utilização destes relacionado à identificação dos seus princípios ativos e os efeitos exercidos por estes sobre o organismo animal.

FORMA DE OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

A extração de princípios ativos de plantas medicinais pode ser realizada por inúmeros métodos extrativos que podem ser técnicas clássicas, como por exemplo, maceração, percolação, decocção, infusão, extração contínua a quente (Soxhlet) e arraste com vapor. Também tem sido estudadas e avaliadas técnicas avançadas como o uso de capacetes de pressão, com ajuda de micro-ondas, de ultrassom e com fluídos supercríticos (THOMA *et al.*, 2001). Essas técnicas têm sido agrupadas em função das suas características em comum.

EXTRAÇÃO A FRIO

MACERAÇÃO

A maceração explora o fenômeno de difusão do solvente através do tecido vegetal. Nesse procedimento, o material botânico deve ser dividido em pequenos fragmentos e, às vezes pulverizado, de modo a provocar um aumento considerável da área oferecida à ação do solvente extratante que deve ser deixado em contato com o material vegetal por um determinado tempo. É conveniente lembrar que nem sempre a pulverização muito fina é viável, considerando o risco da formação de uma massa compacta, prejudicando a difusão do solvente. Em suas modalidades, a maceração pode ser estática ou dinâmica. No primeiro caso, o contato do solvente com os fragmentos da planta é feito por um tempo estabelecido e em repouso. No caso da maceração dinâmica, a mistura em extração é mantida sob agitação por um tempo determinado (VINATORU, 2001).

PERCOLAÇÃO

Na percolação, ao contrário da maceração, o solvente percola a camada de planta pulverizada. É importante o uso de percoladores que são aparelhos especiais dotados de características próprias. Estes devem ser constituídos por um tronco de cone invertido, de vidro, de porcelana, de cobre estanhado ou de aço inoxidável, tendo na base inferior uma parte infundibuliforme prolongada em tubo munido de torneira, devendo sua capacidade ser tal que o pó, umedecido e ligeiramente comprimido não ocupe mais do que dois terços do tronco do cone. Nesse tipo de extração, o solvente é renovado continuamente em virtude do seu movimento descendente e o material vegetal estará sempre em contato com novas porções de solvente, o que reduz, contudo, o tempo de equilíbrio entre os líquidos situados dentro e fora da célula (PACHÚ, 2007).

EXTRAÇÃO A QUENTE EM SISTEMAS ABERTOS

DECOCÇÃO

Decocção é um processo semelhante à maceração, sendo que o solvente utilizado, geralmente água, é aquecido a ebulição juntamente com o material vegetal. Seu emprego deve ser restrito devido à temperatura muito alta, porém, é muito usado para a obtenção de chás (PACHÚ, 2007).

INFUSÃO

Infusão é outra técnica de extração, muito usada para a obtenção de chás de plantas medicinais. Nessa técnica, o solvente é sempre água que, após seu aquecimento à temperatura de ebulição, é vertida sobre o material vegetal moído e, então, deixado a esfriar até a temperatura ambiente antes do uso. Uma variação dessa técnica é conhecida como abafado, em que após a adição de água fervente, a mistura é abafada com uma tampa, evitando assim a perda de material volátil com o vapor do solvente, seguindo resfriamento, em repouso (PACHÚ, 2007).

EXTRAÇÃO A QUENTE EM SISTEMAS FECHADOS

EXTRAÇÃO CONTÍNUA USANDO SOXHLET

Essa técnica permite a introdução de solvente puro, continuamente, no reservatório contendo os fragmentos do material vegetal até um determinado volume condicionado pela capacidade do extrator. Por processo de sinfonação, esse volume de solvente, agora arrastando o material extraído do vegetal, é retirado do reservatório contendo o material vegetal. De maneira contínua, gota a gota, nova porção de solvente é introduzida na parte do aparelho contendo o material vegetal. Assim automaticamente a troca de solvente se repete em contato com o material vegetal, mantendo a continuidade da extração. A grande vantagem do processo é a pequena quantidade de solvente usado, uma vez que, por ebulição e condensação de seus vapores, o mesmo volume de solvente pode ser reutilizado em estado puro por um número variado de vezes. A ação é contínua e a extração é efetuada pelo solvente em ebulição ou próximo à temperatura de ebulição, o que torna o processo mais rápido e mais eficiente. Entretanto, a temperatura elevada do solvente extrator e o tempo de permanência do material extraído em ambiente aquecido pode resultar em prejuízo para as substâncias termo-sensíveis (ARAGÃO, 2002).

EXTRAÇÃO POR ARRASTE COM VAPOR D'ÁGUA

Óleos essenciais são produtos de plantas localizados em estruturas especiais de secreção, tais como células, canais, cavidades e pelos oleíferos, de onde podem ser extraídos por arraste com vapor d'água. Os constituintes químicos dos óleos essenciais podem pertencer a diversas classes de substâncias, porém, predominam os terpenoides e os lignoides.

A obtenção de óleos essenciais pode ser também conseguida através de uma hidrodestilação. Enquanto que pela técnica de arraste com vapor d'água, uma corrente de vapor

d'água passa através do material a ser extraído, carreando a parte volátil dos seus constituintes, que após condensação é coletado. A hidrodestilação resulta do aquecimento do material vegetal em água e os vapores resultantes do aquecimento deixam o sistema arrastando consigo o material volátil. Diferentes tipos de extratores podem ser usados nos dois casos. O extrator de Clavenger e suas versões modificadas são comumente utilizadas em hidrodestilação pela sua eficiência e simplicidade.

Arraste com vapor d'água, para extração de óleos essenciais de plantas também pode ser conseguido em aparelho especial que permite extração simultânea, com hexano, dos óleos dispersos na fase aquosa. O tempo de extração dos óleos é de importância crucial para evitar a perda dos produtos voláteis (PACHÚ, 2007).

OUTROS TIPOS DE EXTRAÇÃO

CAPACETES DE PRESSÃO

O uso de capacetes de pressão para forçar a penetração de solvente através dos vasos condutores de seiva, com consequente expulsão da mesma, tem sido bastante usado. É uma técnica de razoável simplicidade e permite coletar material de seiva sem a contaminação dos outros componentes do lenho da planta (PACHÚ, 2007).

EXTRAÇÃO COM ONDAS ULTRASSÔNICAS

Sonoquímica é um assunto que começa a aparecer regularmente na literatura especializada, como um método para melhorar as velocidades de reações químicas e aumentar os rendimentos dos produtos das reações fazendo o uso de ondas ultrassônicas. O princípio desse processo consiste no fato que uma corrente de um líquido ou mistura líquida é empurrada sobre pressão para uma lâmina metálica que vibra numa cavidade ressonante, o fenômeno consiste, pois, na conversão de energia elétrica de alta frequência, via vibrações mecânicas em ondas de pressão em solução. Essas ondas criam um enorme número de bolhas microscópicas que implodem violentamente ocasionando que as moléculas aí se tornem intensamente agitadas.

Células de tecido vegetal nesse meio podem sofrer lise de suas membranas, deixando assim extravasar para a solução os componentes moleculares intracelulares, facilitando grandemente o processo de extração do solvente (THOMA *et al.*, 2001).

EXTRAÇÃO COM MICRO-ONDAS

A extração com micro-ondas mostra-se rápida e de eficiência comparável às técnicas tradicionais. Operações contínuas, extrações em série, concentração dos extratos *in situ* e a determinação direta do teor de óleos em plantas, exemplifica a versatilidade do uso desse processo sobre os métodos convencionais.

De princípio relativamente simples, o método implica na imersão do material vegetal em um solvente transparente às micro-ondas. O aquecimento da água contida no material vegetal promove sua dilatação e faz arrebentar as glândulas ou reservatórios oleíferos, podendo mesmo em determinadas condições, arrebentar membranas celulares, liberando então, as substâncias orgânicas que são dispersas ou solubilizadas nos solventes utilizados (PACHÚ, 2007).

EXTRAÇÃO COM FLUÍDOS SUPERCRÍTICOS

Nesse contexto, na busca de novos extratos e de novas técnicas de extração, é razoável considerar uma nova metodologia de extração que vem adquirindo aceitação muito grande, principalmente no campo de produtos naturais. Trata-se da ação dos fluídos supercríticos sobre os sistemas vegetais a serem extraídos. O termo supercrítico refere ao estado de uma substância quando a sua temperatura e pressão estiverem acima de valores críticos. Fluido supercrítico é de notável poder solvente, porque acumula propriedades semelhantes às de um líquido, densidade e poder de solvatação e propriedades semelhantes as dos gases, viscosidade e poder de difusão. O conjunto dessas propriedades, indispensáveis para a eficiência do processo extrativo, faz com que extração com fluidos supercríticos seja um processo alternativo às técnicas tradicionais.

A preparação da amostra é sempre mais difícil e consome mais tempo do que o processo propriamente dito (THOMA *et al*, 2001). Trata-se de extração feita à temperatura suave e sem a problemática de eliminação de solvente.

PRINCÍPIOS ATIVOS DOS EXTRATOS VEGETAIS

Os extratos vegetais possuem diferentes princípios ativos, que são componentes químicos, presentes em todas as partes das plantas ou em áreas específicas, que conferem as plantas medicinais alguma atividade terapêutica (MARTIN *et al.*, 2000). São moléculas de baixo peso molecular oriundas do metabolismo secundário dos vegetais. Estes compostos são

produzidos como um mecanismo de defesa da planta contra fatores externos, tais como estresse fisiológico, fatores ambientais e proteção contra predadores e patógenos (OETTING, 2005).

O conteúdo de substâncias ativas presentes nos aditivos fitogênicos varia consideravelmente em função da parte da planta utilizada, origens geográficas, estágio de maturidade, método e duração de conservação e armazenamento e método de extração (WINDISCH *et al.*, 2008). Estas substâncias geralmente não se encontram em estado puro na planta, mas sob a forma de complexos, cujos diferentes componentes se completam e reforçam sua ação sobre o organismo.

MECANISMOS DE AÇÃO DOS PRINCÍPIOS ATIVOS

Dentre os possíveis mecanismos de ação dos princípios ativos dos extratos vegetais no organismo animal, podem-se citar alterações na microbiota intestinal (DORMAN; DEANS, 2000), aumento na digestibilidade, na absorção de nutrientes (OETTING *et al.*, 2006) e na absorção de nitrogênio (ALÇIÇEK *et al.*, 2003), melhora da resposta imune (NAMKUNG *et al.*, 2004), modificações positivas morfo-histológicas do trato gastrointestinal (UTIYAMA, 2004) e atividade antioxidante (BOTSLOU *et al.*, 2004) (Quadro 1).

Quadro 1. Algumas espécies vegetais utilizadas como extratos vegetais.

Espécie	Nome científico	Parte	Princípio Ativo	Modo de Ação
Açafrão da Índia	<i>Curcuma longa</i>	Folha	Curcumina	Antioxidante; anti-inflamatório; redução de colesterol; aumento da secreção biliar; indutor de apoptose; células defeituosas
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Folha	Cineol; rosmarinol; rosmaricina; timol	Estimulante da digestão; antibacteriano; antioxidante
Alho	<i>Allium sativum L</i>	Bulbo	Alicina	Antimicrobiano
Bocônia	<i>Macleya cordata</i>	Hastes, folhas e sementes	Sanguinarina	Analgésico; anti-inflamatório; antimicrobiano; imunomodulador
Canela	<i>Cinnamomum verum</i>	Casca	Cinamaldeído	Estimulante da digestão; antisséptico
Cravo	<i>Syzygium aromaticum</i>	Semente	Eugenol	Antibacteriano; antifúngico Antioxidante
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Rizoma	Zingerol	Antibacteriano
Hortelã-Pimenta	<i>Mentha piperita</i>	Folha	Mentol	Estimula o apetite e a digestão, antisséptico, antioxidante
Manga	<i>Mangífera indica</i>	Casca/Caroço	Mangiferina	Antioxidante
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Folha	Carvacrol	Estimulante da digestão; antibacteriano
Pimenta vermelha	<i>Capsicum annum</i>	Fruto	Capsaicina	Estimulante da digestão
Tomilho	<i>Thymus spp</i>	Planta	Timol; carvacrol; p-cimene; geraniol	Antibacteriano; antioxidante; antifúngico
Uva	<i>Vitis vinífera</i>	Semente	Antocianinas; flavanas; catequina; epicatequina; procianidinas; antocianinas	Antioxidante; aumenta HDL; antibacteriana; antiviral; anti-inflamatória

Fonte: Adaptado de Kamel (2001); Burt (2004); Fascina (2011).

DESAFIOS NA UTILIZAÇÃO DOS EXTRATOS VEGETAIS

Até o momento não é bem conhecido se um determinado óleo essencial atua como antimicrobiano, antioxidante, imunomodulador, estimulante de consumo e de outras funções. Nem mesmo se um determinado princípio ativo tem funções múltiplas e pode ou não interagir potencializando outros princípios ativos (MILTENBURG, 2000).

Fatores genéticos e ambientais também influenciam as respostas dos extratos, interferindo na composição química da planta e dos respectivos princípios ativos, como exemplo espécies e subespécies, época de colheita e parte da planta utilizada (BRENES; ROURA, 2010). Além disso, podem ocorrer antagonismos indesejáveis entre os óleos essenciais e ingredientes da dieta (KIRKPINAR *et al.*, 2010).

É também importante ressaltar que a maioria dos extratos vegetais deveriam ser incluídos em altas doses para ter o mesmo efeito dos antimicrobianos promotores de crescimento. Dessa forma, o êxito na utilização dos extratos vegetais na produção animal deve considerar tais fatores, sendo necessário melhor conhecimento dos mecanismos de ação e efeitos dos compostos individuais ou combinados para que se possam atingir resultados eficientes.

SAÚDE INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM EXTRATOS VEGETAIS

Entre os benefícios da ação dos extratos vegetais na nutrição das aves está na melhoria da saúde intestinal. Vários estudos têm demonstrado que compostos à base de óleos essenciais possuem atividade coccidiostática (ALLEN *et al.*, 1997; YOUN; NOH, 2001; CHRISTAKI *et al.*, 2004) ou reduzem o impacto econômico causado pelos parasitas intestinais (IBRIR *et al.*, 2002; DUFFY *et al.*, 2004; DUFFY *et al.* 2005).

Bona *et al.* (2012) constataram que o uso de avilamicina e um composto vegetal a base de óleos essenciais de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta na dieta reduziram significativamente os escores de lesões intestinais causados por *Eimeria maxima* e *E. tenella* aos 29 dias de idade (14 dias após a inoculação). Também observaram que a utilização de avilamicina e do composto vegetal reduziram o número de colônias de *Clostridium perfringens* no ceco das aves, quando comparado ao grupo controle.

A alteração da permeabilidade da membrana das paredes celulares das bactérias se deve ao caráter lipofílico dos óleos essenciais que se acumulam nas membranas. As bactérias

gram-negativas possuem uma membrana externa que contém lipopolissacarídeos, formando uma superfície hidrofílica. Este caráter hidrofílico cria uma barreira para a permeabilidade das substâncias hidrofóbicas como óleos essenciais, explicando a resistência de bactérias gram-negativas a esses aditivos (DORMAN; DEANS, 2000). Sendo *Clostridium perfringens* uma bactéria gram-positiva, é possível utilizar compostos à base de óleos essenciais como alternativas para o controle da enterite necrótica em frangos. Pode-se especular que o controle das lesões causadas por *E. tenella* tenha interferido na redução da colonização por *C. perfringens* por melhorar a absorção dos nutrientes (BONA *et al.*, 2012).

Em um segundo estudo, Bona *et al.* (2012) demonstraram que, apesar dos animais que receberam dietas contendo composto vegetal inicialmente (24h após a inoculação) não apresentar diminuição na contagem de *Salmonella*, 72h após inoculação de 10^5 UFC/ml de *Salmonella Enteritidis* observaram redução na excreção de *Salmonella* semelhante ao observado no grupo tratado com avilamicina.

Bactérias gram-negativas tendem a ser menos sensíveis aos óleos essenciais e extratos de plantas que as gram-positivas. Isto porque elas possuem uma superfície hidrofílica, que cria uma barreira para a permeabilidade das substâncias hidrofóbicas como óleos essenciais (CHAO *et al.*, 2000). Entretanto, como a maioria das bactérias são gram-positivas, os óleos essenciais agem sobre estas e podem permitir que o animal consiga combater bactérias gram-negativas patogênicas (BONA *et al.*, 2012).

Entretanto, Lee *et al.* (2015) não verificaram mudanças significativas no total de micro-organismos e formas de *E. coli* presentes no conteúdo cecal das aves que receberam rações contendo o fitogênico sanguinarina, um alcaloide quaternário presente na planta *Macleaya cordata*, em relação aos demais tratamentos. No entanto, observaram aumento das bactérias lácticas presentes nos cecos das aves alimentadas com adição de Sangrovit®. Os autores também relataram que as aves que receberam a sanguinarina na dieta tiveram o peso intestinal reduzido e o comprimento foi aumentado, tornando mais eficiente a absorção dos nutrientes da ração.

Avaliando a sinergia entre aditivo vegetal e níveis crescentes de promotores de crescimento sobre a morfometria intestinal de frangos de corte, Gonçalves *et al.* (2014) verificaram que os frangos alimentados com farelo integral de pimenta rosa (FIPR) associado aos antibióticos, em valores acima de 22 mg/kg de bacitracina de zinco e 34 mg/kg de salinomicina, tiveram maiores alturas de vilosidades intestinais que o tratamento sem FIPR e sem antibióticos. O efeito da adição do FIPR sobre a superfície absorptiva intestinal pode ser atribuído à presença de substâncias fenólicas na *Schinus terebinthifolius Raddi* que apresentam

ação anti-inflamatória (GAZZANEO *et al.*, 2005) e antimicrobiana (LIMA *et al.*, 2006). De acordo com Macari *et al.* (2008), a capacidade absorptiva do intestino é proporcional ao número de vilosidades, sendo que a redução do tamanho das vilosidades resulta em diminuição da eficiência absorptiva intestinal que, na prática, se traduz em piora na conversão alimentar e no ganho de peso dos animais (FURLAN *et al.*, 2004).

ÍNDICES PRODUTIVOS DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM EXTRATOS VEGETAIS

Rizzo *et al.* (2010), avaliando o fornecimento de misturas de extratos vegetais (200 ppm de um produto contendo óleos essenciais de cravo, tomilho, canela e pimenta; 100 ppm de um produto comercial composto de óleos essenciais sintéticos de orégano e canela e óleo-resina de pimenta microencapsulados; 500 ppm de um produto comercial constituído de óleo de eucalipto, óleo essencial de canela-da-china, folhas de boldo-do-chile e sementes de feno-grego na fase inicial e 1.200 ppm nas fases de crescimento e final) nas dietas de frangos de corte não verificaram diferenças no peso final, no ganho de peso, no consumo de ração, conversão alimentar ou na viabilidade de 1 a 42 dias de idade das aves. Da mesma forma, Freitas *et al.* (2012) e Freitas *et al.* (2013), constataram que a adição de 200 ou 400 ppm dos extratos etanólicos obtidos da casca ou do caroço de manga não influenciou no desempenho de frangos de corte ou poedeiras, respectivamente.

Resultados semelhantes para as características de desempenho foram descritos para frangos de corte em experimentos utilizando misturas de extratos vegetais de orégano, canela, pimenta, sálvia, alecrim e alho (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004; ELDEEB *et al.*, 2006) e extratos vegetais isolados de canela, cravo, orégano e pimenta vermelha (FUKAYAMA *et al.*, 2005; BARRETO *et al.*, 2008).

Outros estudos confirmam a eficácia dos extratos vegetais na dieta de frangos de corte, com melhora da conversão alimentar e aumento do ganho de peso, provavelmente devido às propriedades promotoras de saúde do extrato, como atividade analgésica, antioxidante, anti-inflamatória e antifúngica. (ALÇIÇEK *et al.*, 2003; LIPPENS *et al.*, 2006; LEE *et al.*, 2015; ZHANG *et al.*, 2016). Paraskeuas *et al.* (2017) verificaram efeitos benéficos da inclusão de uma mistura de aditivos fitogênicos contendo mentol, eugenol e anetol através da redução da conversão alimentar final (29 a 42 dias) e aumento do ganho de peso total (1 a 42 dias) de frangos de corte. Os autores atribuem os benefícios provavelmente a melhorias na digestibilidade de nutrientes. Em relação ao consumo de ração, não foi afetado pelo aumento

dos níveis de inclusão do aditivo, apesar do mentol, anetol e eugenol terem sido propostos como estimulantes do apetite (FRANKIC *et al.*, 2009; KUMAR *et al.*, 2014).

Entretanto, a adição de extratos vegetais nas dietas também é capaz de promover efeitos negativos nas características de desempenho produtivo. A inclusão de níveis crescentes de extratos vegetais isolados para frangos de corte (CROSS *et al.*, 2003) pode provocar redução do consumo de ração e piora da conversão alimentar. Soltani *et al.* (2016), avaliando os efeitos do extrato de alecrim sobre o desempenho de frangos de corte observaram que a adição de 2,5g/L de extrato etanólico do alecrim prejudicou o ganho de peso dos animais.

Em outros estudos, a utilização de misturas de extratos vegetais piorou a conversão alimentar de poedeiras (ELDEEB *et al.*, 2006) e diminuiu o peso dos ovos em codornas japonesas (ELDEEB *et al.*, 2007), o que evidencia a importância de estudos com diferentes combinações de extratos vegetais para evitar que a combinação entre eles promova efeito antagônico quando adicionados às dietas dos animais.

RENDIMENTO DE CARCAÇA DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM EXTRATOS VEGETAIS

As rações contendo misturas de extratos vegetais (200 ppm de um produto contendo óleos essenciais de cravo, tomilho, canela e pimenta; 100 ppm de um produto comercial composto de óleos essenciais sintéticos de orégano e canela e óleo-resina de pimenta microencapsulados; 500 ppm de um produto comercial constituído de óleo de eucalipto, óleo essencial de canela-da-china, folhas de boldo-do-chile e sementes de feno-grego na fase inicial e 1.200 ppm nas fases de crescimento e final), em trabalho de Rizzo *et al.* (2010), não influenciaram as características de carcaça dos frangos de corte. Resultados semelhantes foram descritos para frangos de corte em experimentos utilizando extratos de vegetais isolados e misturas de extratos vegetais (FUKAYAMA *et al.*, 2005; ELDEEB *et al.*, 2006; LEE *et al.*, 2015).

Entretanto, a adição de extratos nas dietas também é capaz de promover efeitos negativos nas características de carcaça. Soltani *et al.* (2016), avaliando os efeitos do extrato de alecrim sobre as características de carcaça de frangos de corte observaram que a inclusão de extrato etanólico do alecrim prejudicou o rendimento de carcaça dos animais.

Por outro lado, estudos comprovam o efeito positivo de mistura de extratos vegetais isolados, de tomilho e alho sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte (ALÇIÇEK *et al.*, 2003), a diminuição da porcentagem de gordura abdominal em frangos de corte com 21 dias

(DEMIR; KILINC, 2006) e aumento do rendimento da carne de peito (JAMROZ; KAMEL, 2002).

Acredita-se que a inclusão de extratos vegetais nas dietas de frangos de corte melhore as características de carcaça, como consequência da melhor digestão dos aminoácidos da dieta. A capsaicina, princípio ativo da pimenta, é um exemplo de extrato vegetal que pode aumentar a digestibilidade dos aminoácidos, já que estimula a ação enzimática das proteases, principalmente a tripsina equimotripsina, em animais de laboratório (PLATEL; SRINIVASAN, 1996).

POTENCIAL ANTIOXIDANTE NA CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM EXTRATOS VEGETAIS

Segundo Akbarian *et al.* (2014), a suplementação de óleos essenciais de cúrcuma ou orégano na ração de frangos de corte submetidos ao estresse por calor resultaram em efeitos positivos sobre as características da carne, como redução da concentração de malonaldeído e estabilização da vermelhidão da carne (valor de a^*) durante o armazenamento. Os autores afirmaram que os efeitos preventivos do orégano sobre a peroxidação lipídica podem ser devido ao bloqueio do processo da cadeia radical por intervenção com radicais peróxidos e pelo aumento da atividade das enzimas antioxidantes. Além disso, sugeriram que durante a peroxidação de lipídeos à temperatura ambiente elevada, o timol é um antioxidante mais eficaz do que o carvacrol, devido ao fato de o primeiro ter maior bloqueio estérico do grupo fenólico do que o último (YANISHLIEVA *et al.*, 1999; AVILA-RAMOS *et al.*, 2012).

Akbarian *et al.* (2014) verificaram que o maior valor da vermelhidão da carne após a refrigeração evidencia que os óleos essenciais possuem funções no retardamento da oxidação da mioglobina para metamioglobina e manutenção dos valores de a^* durante o congelamento a -20°C por 7 meses.

Lee *et al.* (2015) constataram que frangos de corte alimentados com rações contendo 50 ppm de Sangrovit® (produto comercial com 1,5% de *Macleaya cordata* como composto ativo) reduziu a concentração de malonaldeído presente na carne da coxa de aves quando comparados aos animais que receberam a dieta controle e a dieta com 10 ppm de avilamicina como promotor de crescimento. Segundo os autores, *Macleaya cordata* promove a redução no conteúdo de malonaldeído provavelmente por sua atividade protetora aos efeitos da oxidação na carne ou alterando a composição de ácidos graxos. No entanto, como *Macleaya cordata* é excretada sem ser absorvida pelo intestino, o mais provável é que os frangos

alimentados com Sangrovit® possam conter menos ácidos graxos oxidativos. Dessa forma, são necessários estudos mais aprofundados sobre os efeitos da sanguinarina sobre o metabolismo lipídico e sua atividade antioxidante.

Ao avaliarem a capacidade antioxidante da carne durante o armazenamento, Aditya *et al.* (2016) constataram que esta foi afetada pela suplementação dietética de extrato da cebola. Os autores afirmaram que a própria cebola ou as suas substâncias extraíveis atuam como um antioxidante durante o armazenamento de carne. No entanto, não é totalmente conhecido como e quais as substâncias presentes na cebola que transmitem a ação antioxidante. A cor do músculo é conhecida por estar associada ao grau de oxidação da carne. Os mesmos autores verificaram que a suplementação com extrato da cebola diminuiu o valor de L* e a* no referido estudo. Portanto, o extrato da cebola em dietas para frangos é benéfico para prevenir a oxidação da carne. No entanto, o extrato da cebola e seu polifenol têm efeitos negativos na mudança da cor da carne de frango.

Giannenas *et al.* (2016) avaliaram a qualidade da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo óleo essencial de orégano com atapulgita ou óleo essencial de orégano com óleo essencial de louro. Em relação à composição química da carne do peito e da coxa, não foram encontradas diferenças para a umidade, proteína bruta e gordura. Possivelmente devido à proporção de gordura do frango ser menos afetada em comparação com carcaças de suínos e bovinos, onde a composição da dieta e os níveis de alimentação, particularmente a ingestão de energia e proteínas, podem alterar substancialmente a composição de gordura e água (BOGOSAVLJEVIC- BOSKOVIC *et al.* 2006; IRSHAD *et al.*, 2012). Em relação ao conteúdo de fenólicos totais na carne do peito e coxa, os autores verificaram correlação destes com o conteúdo de fenólicos na dieta, que foram de 261 mg EqAg/100g, 255 mg EqAg/100g e 259 mg EqAg/100g para a ração controle, ração contendo óleo essencial de orégano e atapulgita e ração com óleos essenciais de orégano e louro, respectivamente.

Também observaram que a combinação de óleos essenciais de orégano com louro mostrou uma tendência em aumentar os danos oxidativos, enquanto o óleo essencial do orégano e atapulgita tendiam a reduzir a deteriorização lipídica, embora os valores de malonaldeído não fossem diferentes. É possível que o nível de vitamina E e selênio nas dietas basais, isto é, nutrientes com propriedades antioxidantes comprovadas, possa ter exercido suficiente potencial antioxidante para proteger os tecidos do estresse oxidativo. Consequentemente, os óleos essenciais e a atapulgita não tiveram a possibilidade de mostrar a sua atividade antioxidante (GIANNENAS *et al.*, 2016). Nesse estudo, os valores de malonaldeído medidos foram geralmente mais baixos após 5 e 8 dias de armazenamento e não diferiram entre os grupos. Esta

tendência decrescente nos produtos de oxidação à medida que a armazenagem avança pode ser atribuída à instabilidade ou natureza transitória do malonaldeído.

Youssef *et al.* (2016) verificaram que dietas contendo diferentes formas de extratos de gengibre reduziram a quantidade de malonaldeído presente na coxa de frangos de corte durante a refrigeração por 4 dias (4°C) e congelamento por 60 dias (-20°C) quando comparadas à dieta controle. Os autores atribuíram esse efeito ao aumento da estabilidade oxidativa com a inclusão do gengibre nas rações.

Panda e Cherian (2016) observaram que dietas contendo *Artemísia* elevaram de duas a quatro vezes os níveis de γ -, α - e tocoferóis totais no músculo do peito de frangos de corte quando comparado às aves que receberam a ração controle. O aumento nos diferentes isômeros de tocoferóis sugere que o tocoferol dietético fornecido através da *Artemísia* é digerido, absorvido e incorporado a matriz lipídica dos tecidos das aves. Dessa forma, a *Artemísia* poderia ser um substituto aos antioxidantes sintéticos com o objetivo de proteger a carne dos danos oxidativos e enriquecer o tecido muscular com tocoferol. Esta seria uma alternativa para o fornecimento de vitamina E em dietas humanas.

Os mesmos autores também verificaram que o teor de malonaldeído foi menor no músculo do peito das aves alimentadas com *Artemísia* quando comparadas com aquelas aves que receberam a dieta controle. Obviamente o efeito protetor das dietas de *Artemísia* contra a peroxidação lipídica poderia ser justificado pelo aumento significativo no conteúdo de γ -, α - e tocoferóis totais no músculo do peito. Entre os diferentes fatores que afetam a qualidade da carne, a peroxidação lipídica é a maior preocupação que afeta a qualidade dos produtos alimentícios. Neste contexto, os resultados do referido estudo sugerem que as consequências negativas da peroxidação lipídica na carne de aves pode ser atenuada com o uso de ingredientes alimentares como a *Artemísia*.

Paraskeuas *et al.* (2017) relataram que a inclusão de aditivos fitogênicos aumentou a capacidade antioxidante do plasma em comparação com o tratamento controle. A melhoria da capacidade antioxidante do plasma pelos fitogênicos dietéticos pode ser devido aos componentes ativos e seus constituintes fenólicos que exibem um forte efeito antioxidante (POLAT *et al.*, 2011). As melhorias do estado antioxidante também podem resultar da indução de atividades enzimáticas antioxidantes (CIFTCI *et al.*, 2010), porém isso precisa ser estudado especificamente. Além disso, a homeostase é mantida pelo equilíbrio pro-oxidante/antioxidante, e o desequilíbrio em favor do sistema pró-oxidante resulta em estresse oxidativo (LIN *et al.*, 2004). Por essas razões, o papel dos aditivos fitogênicos pode ser crítico

para saúde de frangos de corte, visto que seus efeitos sobre os mecanismos homeostáticos alteram a capacidade antioxidante do plasma sanguíneo.

No entanto, os mesmos autores constataram que a capacidade antioxidante da carne do peito e coxa de frangos não foi afetada pelas rações experimentais. Sabe-se que alguns componentes dos óleos essenciais podem ser rapidamente absorvidos após administração oral e metabolizados e/ou eliminados pelos rins sem deposição significativa no corpo (LEE *et al.*, 2004). O que explica a ausência de alterações na capacidade antioxidante da carne apesar do aumento da capacidade antioxidante no plasma sanguíneo.

Saleh *et al.* (2017) observaram que a carne de peito de frangos alimentados com α -tocoferol ou extrato da casca de romã apresentaram níveis maiores de compostos fenólicos em comparação à dieta controle ou dieta com casca de romã. Compostos fenólicos presentes naturalmente em óleos de plantas reagem com lipídeos e radicais hidroxila e convertem estes em produtos estáveis. Os taninos hidrolisáveis são os polifenóis e compostos antioxidantes extraíveis mais abundantes nas romãs, que parecem ser absorvidos no trato digestivo e exercem efeitos antioxidantes sistêmicos.

O DPPH tem sido usado por anos como um radical livre para avaliar a atividade antioxidante de compostos orgânicos presentes em fontes naturais. A solução de DPPH é misturada com o antioxidante que pode doar um átomo de hidrogênio para formar uma molécula de DPPH-H estável. Os resultados dos estudos de Saleh *et al.* (2017) indicam que dietas com α -tocoferol ou extrato da casca de romã podem exercer atividade de eliminação de radicais DPPH no músculo do peito de frangos de corte.

Os taninos são conhecidos por inibir a peroxidação lipídica e as lipoxigenases *in vitro*, e as informações foram acumuladas ao longo dos anos, demonstrando sua capacidade de eliminar radicais como hidroxila, superóxido e peroxil, que são conhecidos por serem importantes nos estados pró-oxidantes celulares. Saleh *et al.* (2017) verificaram que as dietas suplementadas com antioxidantes dietéticos mostraram menor peroxidação, produzindo menores quantidades de malonaldeído. Os altos níveis de compostos fenólicos nas dietas contendo extrato da casca ou casca de romã possuem uma forte atividade antioxidante, levando a extensão da vida útil em prateleiras, melhorando assim a qualidade dos produtos cárneos.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.), A MANGA E SEUS COMPONENTES

A Mangueira (*Mangifera indica*) é uma espécie pertencente à família *Anacardiaceae*, nativa do sudeste asiático, mais precisamente da Índia, sendo cultivada há mais de quatro mil anos nesta região. Foi introduzida no século XVI, pelos portugueses, nas costas leste e oeste da África, e depois, na América, chegando ao Brasil em 1700 (CAMARGO-FILHO, 2004).

O seu fruto, a manga, tem grande valor econômico nos mercados brasileiro e internacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2013, o Brasil apresentou uma produção de 1.163.000 de toneladas, ocupando o sétimo lugar entre os maiores produtores mundiais de manga. A produção concentra-se no nordeste e sudeste brasileiro, com destaque, nesta ordem de importância, para os estados da Bahia, Pernambuco, São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2015).

A manga apresenta elevado valor nutricional, sendo uma fonte rica em carotenoides, alfa-caroteno, vitaminas A e C e compostos fenólicos. Dentre as variedades de manga, Tommy Athins, Palmer, Haden e Ubá, a polpa desta última apresentou os maiores teores destes compostos antioxidantes (RIBEIRO *et al.*, 2007). Foram ainda identificados um total de doze flavonoides e xantonas em polpas, cascas e caroços destas variedades, sendo a Ubá a que apresentou maior atividade antioxidante (RIBEIRO *et al.*, 2008), além de propriedades imunomoduladora (MAKARE *et al.*, 2001), antimutagênica (BOTTING *et al.*, 1999; PRASAD *et al.*, 2007) e anticarcinogênica (PERCIVAL *et al.*, 2006).

Por se tratar de uma fruta sazonal, verifica-se, em nível mundial, o aumento da demanda pela manga processada (FAO, 2009). No Brasil, a agroindústria de suco apresenta taxa de expansão anual superior a 15% (VILELA *et al.*, 2006). Essa atividade produz grande volume de resíduos que não são utilizados para nenhum fim comercial, sendo então descartados, tornando-se uma fonte de poluição. Por outro lado, tem sido relatado na literatura que o caroço da manga é uma boa fonte de ácidos graxos insaturados e antioxidantes naturais, pois contém diferentes compostos fenólicos, ácido ascórbico e carotenoides.

Como a quantidade de resíduos pode chegar a inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de interesse econômico e ambiental, necessitando de investigação científica e tecnológica. Logo, a utilização do caroço da manga pode ser uma forma econômica de reduzir o problema da eliminação dos resíduos (KITTIPOOM, 2012).

O caroço e cascas representam 11,69% e 16,11% do peso total da fruta, respectivamente. As amêndoas das sementes representam 5,58% do peso da fruta e os lipídios extraídos das mesmas podem ser boas fontes de ácidos graxos, como oleico (40,81%), esteárico (39,07%), palmítico (9,29%), linoleico (6,06%), e em pequenas quantidades linolênico e araquídico (SÓLIS-FUENTES; DURÁN-DE-BÁZUA, 2004).

Estudando as propriedades físico-químicas da gordura da amêndoa da semente da manga, incluindo o comportamento térmico individual e de misturas com a gordura de coco, Sólis-Fuentes e Durán-De-Bazúa (2004) concluíram que a gordura da amêndoa da manga pode ser usada como substituta parcial da gordura de coco. Suas propriedades físico-químicas e reológicas também a fazem adequada para uso em misturas com óleos vegetais para obtenção de produtos com características e consistências específicas.

Além da sua riqueza em gordura, a amêndoa do caroço de manga apresenta alto teor de compostos fenólicos e uma atividade antioxidante superior à da polpa (YEAN SOONG; BARLOW, 2004), sendo recomendado o seu emprego como fonte de antioxidantes naturais para utilização na indústria alimentícia (PARMAR; SHARMA, 1986). Outra potencialidade de uso da amêndoa da semente da manga está relacionada com a extração de componentes químicos com propriedades antimicrobianas (KABUKI *et al.*, 2000).

As fibras presentes na casca da manga também apresentam grande potencial de utilização. Estas fibras possuem diversas propriedades relacionadas à saúde, que possibilitam a sua utilização na alimentação humana ou adição a produtos alimentícios industrializados. O estudo sobre as fibras de subprodutos vegetais é promissor porque atende a um dos requerimentos da fibra dietética ideal, proporcionando um aproveitamento adequado (LARRAURI, 1999).

A mangueira, além de ser comercialmente importante, é amplamente utilizada como planta medicinal, principalmente na África, Índia e Cuba, sendo diferentes partes desta planta exploradas com diversas finalidades terapêuticas, como no tratamento da dor, artrite, diabetes, infecções cutâneas e parasitárias, entre outras (SHARMA *et al.*, 1971; SINGH, 1986; COE; ANDERSON, 1996; ROSS, 1999).

Ao longo dos anos, algumas pesquisas vêm estudando os extratos provenientes do caroço da manga e comprovaram que estes possuem várias atividades biológicas *in vitro* e *in vivo* (Tabela 2). Sendo demonstrada alta atividade antimicrobiana frente às bactérias *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, ação atribuída ao elevado teor de compostos fenólicos (ABDALLA *et al.*, 2007; ARBOS *et al.*, 2013), com destaque aos diversos grupos de taninos, que formam quelatos com íons metálicos,

diminuindo a disponibilidade destes para os micro-organismos (SCALBERT, 1991). Além disso, demonstrou-se que o extrato da manga possui atividades analgésicas, anti-diarreicas, anti-inflamatórias e antifúngicas, bem como efeitos hipoglicêmicos (ABDALLA *et al.*, 2007; ISLAM *et al.*, 2010; FREITAS *et al.*, 2012; HUBER *et al.*, 2012; VIEIRA *et al.*, 2016) (Quadro 2).

Quadro 2. Bioatividades da manga em estudos *in vitro* e *in vivo*

Bioatividade	Referências Bibliográficas
Estudos <i>in vitro</i>	
Antioxidante	Ribeiro <i>et al.</i> 2007; Ribeiro <i>et al.</i> , 2008; Huber <i>et al.</i> , 2012; Arbos <i>et al.</i> , 2013
Antimicrobiana	Kabuki <i>et al.</i> , 2000; Abdalla <i>et al.</i> , 2007; Arbos <i>et al.</i> , 2013
Imunomoduladora	Makare <i>et al.</i> , 2001
Antimutagênica	Botting <i>et al.</i> 1999; Prasad <i>et al.</i> , 2007
Anticarcinogênica	Percival <i>et al.</i> , 2006
Estudos <i>in vivo</i>	
Antioxidante	Freitas <i>et al.</i> , 2012; Freitas <i>et al.</i> , 2015; Zhang <i>et al.</i> , 2016; Zhang <i>et al.</i> , 2017;
Hipoglicêmica	Vieira <i>et al.</i> , 2016; Zhang <i>et al.</i> , 2016

Entre os compostos bioativos presentes nos extratos das diferentes partes da Mangueira ou da manga, destaca-se a mangiferina (1,3,6,7-tetrahidroxixantona-C2-beta-D-glicosídeo), uma glicosil xantona presente em uma grande variedade de vegetais superiores como os pertencentes às famílias Gentianaceae e Anacardiaceae (PARDO-ANDREU *et al.*, 2005). De acordo com Smith e Harborne (1971) e Sultanbawa (1980), a distribuição e biogênese da mangiferina está mais relacionada aos flavonoides do que às demais xantonas. A mangiferina tem atividade antioxidante comprovada (BARRETO *et al.*, 2008), e a proporção deste composto nos frutos é variável em função de cultivares e das partes analisadas (BERNARDINI *et al.*, 2005; BARRETO *et al.*, 2008).

As bioatividades da mangiferina têm sido amplamente documentadas (Quadro 3). De acordo com os estudos *in vivo* as faixas terapêuticas da mangiferina variaram de 10 a 250 mg/kg, dependendo do modelo experimental e dos parâmetros avaliados. Em estudo preliminar de toxicidade aguda em ratos saudáveis, a administração intraperitoneal de doses únicas (100-1000 mg/kg) de mangiferina, por 60 dias, não produziu efeitos letais ou sinais clínicos de

toxicidade, indicando que a LD50 (dose letal para 50% dos animais testados) estaria acima de 1000 mg/kg (PRABHU *et al.*, 2006).

Quadro 3. Bioatividades da mangiferina em estudos *in vitro* e *in vivo*

Bioatividade	Referências Bibliográficas
Estudos <i>in vitro</i>	
Anti-inflamatória/ Imunomodulatória	García <i>et al.</i> , 2002; Garrido <i>et al.</i> , 2004; Sarkar <i>et al.</i> , 2004; Leiro <i>et al.</i> , 2004a; Leiro <i>et al.</i> , 2004b; Béltran <i>et al.</i> , 2004
Antioxidante	Sato <i>et al.</i> , 1992; Dar <i>et al.</i> , 2005; Amazzal <i>et al.</i> , 2007; Rodeiro <i>et al.</i> , 2008; Lemus-Molina <i>et al.</i> 2009
Citoprotetora	Amazzal <i>et al.</i> , 2007; Rao <i>et al.</i> , 2009; Das <i>et al.</i> , 2011
Hepatoprotetora	Rodeiro <i>et al.</i> , 2008
Neuroprotetora	Lemus-Molina <i>et al.</i> , 2009
Estudos <i>in vivo</i>	
Analgesica	Dar <i>et al.</i> , 2005
Antidiabética	Ichiki <i>et al.</i> , 1998; Miura <i>et al.</i> , 2001; Muruganandan <i>et al.</i> , 2005; Dineshkumar <i>et al.</i> , 2010
Anti-inflamatória / imunomodulatória	García <i>et al.</i> , 2002; Garrido <i>et al.</i> , 2004; Prabhu <i>et al.</i> , 2009; Carvalho <i>et al.</i> , 2009
Antioxidante	Sánchez <i>et al.</i> , 2000; Muruganandan <i>et al.</i> , 2002; Prabhu <i>et al.</i> , 2006; Pardo-Andreu <i>et al.</i> , 2008; Roderio <i>et al.</i> , 2008; Lemus-Molina <i>et al.</i> , 2009; Li <i>et al.</i> , 2010; Viswanadh <i>et al.</i> , 2010
Cardioprotetora	Nair e Shyamala Devi, 2006; Prabhu <i>et al.</i> , 2006; Prabhu <i>et al.</i> , 2009; Muruganandan <i>et al.</i> , 2002
Gastroprotetora	Carvalho <i>et al.</i> , 2007
Hepatoprotetora	Pardo-Andreu <i>et al.</i> , 2008; Das <i>et al.</i> , 2012
Hipopolipidemiante	Miura <i>et al.</i> , 2001; Muruganandan <i>et al.</i> , 2005; Nair e Shyamala Devi, 2006; Pardo-Andreu <i>et al.</i> , 2008; Guo <i>et al.</i> , 2011; Niu <i>et al.</i> , 2012
Nefroprotetora	Muruganandan <i>et al.</i> , 2002; Li., 2010
Neuroprotetora	Gottlieb <i>et al.</i> , 2006; Campos-Esparza <i>et al.</i> , 2009; Lemus-Molina <i>et al.</i> , 2009

Fonte: Adaptado de Araújo (2012).

Souza *et al.* (2011) destacaram a destinação dos resíduos do processamento de frutas para a produção de antioxidante natural como a perspectiva de uma melhor utilização dos mesmos do ponto de vista tecnológico e nutricional, agregando valor aos resíduos. Nesse contexto, Freitas *et al.* (2012) avaliaram o efeito da inclusão de extratos etanólicos obtidos do caroço e da casca da manga na ração de frangos de corte e relataram que a adição de 200 ou 400 ppm dos extratos etanólicos obtidos da casca ou do caroço da manga não influenciaram o desempenho dos frangos e a adição do extrato do caroço na dose de 200 ou 400 ppm foram mais efetivas que a adição das mesmas doses do extrato da casca da manga ou adição de 200 ppm de BHT, em retardar a oxidação lipídica da carne de frangos armazenada por 15 dias. Esses resultados dos extratos também foram verificados para a carne congelada (FREITAS *et al.*, 2015).

Diante dos resultados já obtidos, pode-se inferir que uso desses resíduos para a produção de extratos com atividade antioxidante apresenta-se promissor. Contudo, é essencial o desenvolvimento de novas pesquisas que possam estudar mais profundamente os efeitos dos extratos etanólicos obtidos da manga sobre o desempenho, a saúde e a qualidade dos produtos na tentativa de elucidar os mecanismos de ação, comprovar a sua eficiência e determinar a melhor dose para uso na alimentação de aves. Além disso, uma vez comprovadas as suas ações e seus benefícios para as aves, será possível a obtenção de um antioxidante natural para substituir os produtos sintéticos e, assim, agregar valor à cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.E.M.; DARWISH, S.M.; AYAD, E.H.E. *et al.* Egyptian mango by-product 2: antioxidante and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. **Food Chemistry**, v.103, p.1141-1152, 2007.
- ADITYA, S.; AHAMMED, M.; JANG, S. H. *et al.* Effects of dietary onion (*Allium cepa*) extract supplementation on performance, apparent total tract retention of nutrients, blood profile and meat quality of broiler chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.30, n.2, p.229-235, 2016.
- AKBARIAN, A.; MICHIELS, J.; GOLIAN, A. *et al.* Gene expression of heat shock protein 70 and antioxidant enzymes, oxidative status, and meat oxidative stability of cyclically heat-challenged finishing broilers fed *Origanum compactum* and *Curcuma xanthorrhiza* essential oils. **Poultry Science**, v.93, p.1930-1941, 2014.
- ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; ÇABUK, M. The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. **South African Journal of Animal Science**, v.33, n.2, p.89-94, 2003.
- ALLEN P.C.; LYDON J; DANFORTH H. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidia infections in chickens. **Poultry Science**, v.76, p.1156-1163, 1997.
- AMAZZAL, L.; LAPÔTRE, A.; QUIGNON, F. *et al.* Mangiferin protects against 1-methyl-4-phenylpyridinium toxicity mediated by oxidative stress in N2A cells. **Neuroscience Letters**, v.418, p.159-164, 2007.
- 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.
- ARAGÃO, C. F.S. **Desenvolvimento de metodologias analíticas para padronização de extratos de *Cissampelos Sympodialis* EICHL (Milona)**. 210f. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Paraíba, 2002. 25
- ARAÚJO, B. M. **Bioatividades do extrato da folha da mangueira (*Mangifera indica*, variedade Ubá) e da mangiferina em camundongos ApoE^{-/-}**. 83f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, 2012.
- ARBOS, K. A.; STEVANI, P. C.; CASTANHA, R. F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v.60, n.2, p.161-165, 2013.
- AVILA-RAMOS, F.; A. PRO-MARTÍNEZ, E.; SOSA-MONTES, J. M. *et al.* Effects of dietary oregano essential oil and vitamin E on the lipid oxidation stability of cooked chicken breast meat. **Poultry Science**, v.91, p.505-511, 2012.
- BARRETO, J.C.; TREVISAN, M.T.S.; HULL, W.E. *et al.* Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.5599-5610, 2008.

BÉLTRAN, A.E.; ALVAREZ, Y.; XAVIER, F.E. *et al.* Vascular effects of the *Mangifera indica* L. extract (Vimang). **European Journal of Pharmacology**, v.499, p.297-305, 2004.

BERNARDINI, N.; FEZER, R.; CONRAD, J. *et al.* Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins, and pectin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1563-1570, 2005.

BOGOSAVLJEVIC-BOSKOVIC, S.; KURCUBIC, V.; PETROVIC, M.D. *et al.* The effect of sex and rearing system on carcass composition and cut yields of broiler chickens. **Czech Journal of Animal Science**, v.51, p. 31-38, 2006.

BONA, T.D.M.M.; PICKLER, L.; MIGLINO, L.B. *et al.* Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.5, p.411-418, 2012.

BOTTING, K. J.; YOUNG, M. M.; PEARSON, A. E. *et al.* Antimutagens in food plants eaten by Polynesians: Micronutrients, phytochemicals and protection against bacterial mutagenicity of the heterocyclic amine 2-amino-3-methylimidazo quinoline. **Food and Chemical Toxicology**, v.37, p.95-103, 1999.

BOTSOGLOU, N.A.; FLOROU-PANERI, P.; CHRISTAKI, E. *et al.* Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with orégano essential oil. **Archives of Animal Nutrition**, v.58, n.3, p.209-218, 2004.

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.

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

CAMARGO-FILHO, W.P; ALVES, H. S.; MAZZEIL, A.R. **Mercado de manga no Brasil: contexto mundial, variedades e estacionalidade**, Informações Econômicas, SP, v.34, p.5, 2004.

CAMPOS-ESPARZA, M.R.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, M.V.; MATUTE, C. Food and Chemical Molecular mechanisms of neuroprotection by two natural antioxidant polyphenols. **Cell Calcium**, v.45, p.358-368, 2009.

CARVALHO, A.C.; GUEDES, M.M.; DE SOUZA, A.L. *et al.* Gastroprotective effect of mangiferin, a xanthonoid from *Mangifera indica*, against gastric injury induced by ethanol and indomethacin in rodents. **Planta Medica**, v.73, n.13, p.1372-1376, 2007.

CARVALHO, R.R.; PELLIZZON, C.H.; JUSTULIN, L.J.R. *et al.* Effect of mangiferin on the development of periodontal disease: involvement of lipoxin A4, antichemotactic action in leukocyte rolling. **Chemical-Biological Interactions**, v.179, n.2-3, p.344-350, 2009.

CIFTCI, M.; SIMSEK, U.G.; YUCE, A. *et al.* Effects of dietary antibiotic and cinnamon oil supplementation on antioxidant enzyme activities, cholesterol levels and fatty acid compositions of serum and meat in broiler chickens. **Acta Veterinaria Brno**, v.79, n.1, p.33-40, 2010.

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

CHRISTAKI, E.; FLOROU-PANERI, P.; GIANNENAS, I. *et al.* Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. **Animal Research**, v.53, p.137-144. 2004.

COE, F. G.; ANDERSON, G. J. Screening of medicinal plants used by the Garífuna of Eastern Nicaragua for bioactive compounds. **Journal of Ethnopharmacology**, v.53, p.29-50, 1996.

CROSS, D.E.; SVOBODA, K.; MCDEVITT, R.M. *et al.* The performance of chickens fed diets with and without thyme oil and enzymes. **British Poultry Science**, v.44, p.18-19, 2003.

DAR, A.; FAIZI S; NAQVI, S. *et al.* Analgesic and Antioxidant Activity of Mangiferin and Its Derivatives: the Structure Activity Relationship. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v.28, n.4, p.596-600, 2005.

DAS, S.; NAGESHWAR RAO, B.; SATISH RAO, B.S. Mangiferin attenuates methylmercury induced cytotoxicity against IMR-32, human neuroblastoma cells by the inhibition of oxidative stress and free radical scavenging potential. **Chemical-Biological Interactions**, v.193, n.2, p.129-40, 2011.

DAS, J.; GHOSH, J.; ROY, A. *et al.* Mangiferin exerts hepatoprotective activity against D-galactosamine induced acute toxicity and oxidative/nitrosative stress via Nrf2–NFκB pathways. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v.260, p.35-47, 2012.

DEMIR, E.; KILINC, K. Effects of first feeding time, enzyme, thyme and garlic on growth performance and some intestinal traits in broiler chicks. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, p.328-329, 2006.

DINESHKUMAR, B.; MITRA, A.; MANJUNATHA, M. Studies on the antidiabetic and hypolipidemic potentials of mangiferin (xanthone glucoside) in streptozotocin-induced type 1 and 2 diabetic model rats. **International Journal of Advances in Pharmaceutical Science**, v.1, p.75-85, 2010.

DORMAN, H.J.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **National Center for Biotechnology Information**, v.88, p.308-316, 2000.

DUFFY C.F., SIMS M.D.; POWER R.F. Preliminary evaluation of dietary Natustat TM versus Histostat® (Nitarsone) for control of *Histomonas meleagridis* in broiler chickens on infected litter. **International Journal of Poultry Science**, v.12, p.753-757, 2004.

DUFFY C.F., MATHIS G.F.; POWER R.F. Effects of Natustat TM supplementation on performance, feed efficiency and intestinal lesion scores in broiler chickens challenged with *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella*. **Veterinary Parasitology**, v.130, p.185-190, 2005.

ELDEEB, M.A.; METWALLY, M.A.; GALAL, A.E. The impact of botanical extract, capsicum (*Capsicum frutescence* L), oil supplementation and their interactions on the productive performance of broiler chicks. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, p.243-247, 2006.

ELDEEB, M.A.; METWALLY, M.A.; GALAL, A.E. The impact of botanical extract, capsicum (*Capsicum Frutescence* L), anise and molukhyia (*Corchorus olitorius*) supplementation and their interactions on productive and reproductive performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). In: WORLD'S POULTRY CONFERENCE, 2007, Sharm El-Sheikh. **Proceedings...** Sharm El-Sheikh: The Egyptian Poultry Science Association, p.455-463, 2007.

FAOSTAT. **FAO statistical Database** – Agriculture, 2004. <http://apps.fao.org>. Acessado em 2009.

FASCINA, V.B. **Aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em dietas de frangos de corte**. 175f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, 2011.

FRANKIC, T; VOLJC, M.; SALOBIR, J. *et al.* Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. **Acta Agriculturae Slovenica**, v.94, n.2, p.95-102, 2009.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; TREVISAN, M.T.S. *et al.* Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1025-1030, 2012.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; TREVISAN, M.T.S. *et al.* Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.7, p.714-721, 2013.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; PEREIRA, A.L.F. *et al.* Effect of dietary ethanol extracts of mango (*Mangifera indica* L.) on lipid oxidation and the color of chicken meat during frozen storage, **Poultry Science**, v. 94, p.2989–2995, 2015.

FUKAYAMA, E.H.; BERTECHINI, A.G.; GERALDO, A. *et al.* Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2316-2326, 2005.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Como avaliar os efeitos do uso de probióticos, probióticos e fl ora de exclusão competitiva. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE INCUBAÇÃO, MATRIZES DE CORTE E NUTRIÇÃO, 5., 2004, Balneário de Camboriu, SC. **Anais...** Balneário Camboriú: ACAV, p.06-28, 2004.

GARCÍA, D.; DELGADO, R.; UBEIRA, F. M. *et al.* Modulation of rat macrophage function by the *Mangifera indica* L. extracts Vimang and mangiferin. **International Immunopharmacology**, v.2, p.797-806, 2002.

GARRIDO, G.; GONZÁLEZ, D.; LEMUSA, Y. *et al.* In vivo and in vitro anti-inflammatory activity of *Mangifera indica* L. extract (VIMANG®). **Pharmacological Research**, v.50, p.143-149, 2004.

GAZZANELO, L.R.S.; LUCENA, R.F.P.; ALBUQUERQUE, U.P. Knowledge and use of medicinal plants by local specialists in a region of Atlantic Forest in the state of Pernambuco (Northeastern Brazil). **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v.1, n.9, p.1-8, 2005.

GIANNENAS, I.; TZORA, A.; BONOS, E. *et al.* Effects of dietary oregano essential oil, laurel essential oil and attapulgit on chemical composition, oxidative stability, fatty acid profile and mineral content of chicken breast and thigh meat. **European Poultry Science**, v.80, 2016.

GONÇALVES, F.G.; ZANINI, S.F.; SOUSA, D.R. *et al.* Sinergia entre aditivo vegetal e níveis crescentes de promotores de crescimento sobre o desempenho produtivo e morfometria intestinal de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 44, n.2, p.340-345, 2014.

GOTTLIEB, M.; LEAL-CAMPANARIO, R.; CAMPOS-ESPARZA, M. R. *et al.* Neuroprotection by two polyphenols following excitotoxicity and experimental ischemia. **Neurobiology of Disease**, v.23, p.374-386, 2006.

GRASHORN, M.A. Use of phytobiotics in broiler nutrition – an alternative to infeed antibiotics. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.19, p.338-347. 2010.

GUO, F.; HUANG, C.; LIAO, X. *et al.* Beneficial effects of mangiferin on hyperlipidemia in high-fat-fed hamsters. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.55, n.12, p.1809-1818, 2011.

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

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

HUBER, K.; QUEIROZ, J.H.; MOREIRA, N.V.B. *et al.* Caracterização química do resíduo agroindustrial da manga ubá (*mangifera indica* L.): uma perspectiva para a obtenção de antioxidantes naturais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.6, n.1, p.640-654, 2012.

IBRIR F., GREATHEAD H.M.R.; FORBES J.M. The effect of thymol/carvacrol treatments on the performance of broiler chickens infected with *Eimeria acervulina*. **Proceedings of the Nutrition Society**, p.61, 2002.

ICHIKI, H.; MIURA, T.; KUBO, M. *et al.* New antidiabetic compounds, mangiferin and its glucoside. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v.21, p.1389-1390, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 de fevereiro, 2015.

IRSHAD, A.; KANDEEPAN, G.; KUMAR, S. *et al.* Factors influencing carcass composition of livestock: a review. **Journal of Animal Production Advances**, v.3, p.177-186, 2012.

ISLAM, M.R.; MANNAN, M.A.; KABIR, M.H.B. Analgesic, anti-inflammatory and antimicrobial effects of ethanol extracts of mango leaves. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**, v.8, p.239-44, 2010.

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

KABUKI, T.; NAKAJIMA, H.; ARAI, M. *et al.* Characterization of novel antimicrobial compounds from mango (*Mangifera indica* L.) kernel seeds. **Food Chemistry**, v.71, n.1, p.61-66, 2000.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. **Feed Mix**, p.19-21, 2000.

KAMEL, C. Plant extract in an integrated approach. **Feed Mix**, v.9, n.6, 2001.

KIRKPINAR, F.; BORA ÜNLÜ, H.; ÖZDEMİR, G. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. **Livestock Science**, v.137, p.219-225, 2010.

KITTIPHOOM, S. Utilization of mango seed. **International Food Research Journal**, v.19, n.4, p.1325-1335, 2012.

KUMAR, M.; KUMAR, V.; ROY, D. *et al.* Application of herbal feed additives in animal nutrition -A Review. **International Journal of Livestock Research**, v.4, n.9, p.1-8, 2014.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; BORROTO, B. *et al.* Mango peels as a new tropical fibre: preparation and characterization. **Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie**, v. 29, n. 8, p. 729-733, 1996.

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

LEE, K.W.; EVERTS, H.; BEYNEN, A.C. Essential oils in broiler nutrition. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.12, p.738-752, 2004.

LEE, K.W.; KIM, J. S.; OH, S. T. *et al.* Effects of dietary sanguinarine on growth performance, relative organ weight, cecal microflora, serum cholesterol level and meat quality in broiler chickens. **The Journal of Poultry Science**, v.52, p.15-22, 2015.

LEIRO, J.; ARRANZ, J. A.; YÁÑEZ, M. *et al.* Expression profiles of genes involved in the mouse nuclear factor-kappa B signal transduction pathway are modulated by mangiferin. **International Immunopharmacology**, v.4, p.763-778, 2004a.

LEIRO, J.M.; GARCÍA, D.; ARRANZ, J.A. *et al.* An Anacardiaceae preparation reduces the expression of inflammation-related genes in murine macrophages. **International Immunopharmacology**, v.4, p.991-1003, 2004b.

LEMUS-MOLINS, Y.; SÁNCHEZ-GOMES, M.V.; DELGADO-HERNÁNDEZ, R.; MATUTE, C. *Mangifera indica* L. extract attenuates glutamate-induced neurotoxicity on rat cortical neurons. **Neurotoxicology**, v.30, n.6, p.1053-1058, 2009.

LI, X.; CUI X.; SUN, X. *et al.* Mangiferin prevents diabetics nephropathy progression in streptozotocin-induced diabetic rat. **Phytotherapy Research**, v.24, p.893-899, 2010.

LILLEHOJ, H.S.; LEE, K.W. Immune modulation of innate immunity as alternatives-to-antibiotics strategies to mitigate the use of drugs in poultry production. **Poultry Science**, v.91, p.1286-1291, 2012.

LIMA M.R.F; XIMENES, E.C.P.A.; LUNAI, J.S. *et al.* The antibiotic activity of some Brazilian medicinal plants. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v.16, n.3, p.300-306, 2006.

LIN, H.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Oxidative stress induced by corticosterone administration in broiler chickens (*Gallus gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.139, n.4, p.737-744, 2004.

LIPPENS, M.; HUYGHEBAERT, G.; SCICUTELLA, S. The efficacy of microencapsulated, gastro-resistant blends of essential oils and/or organic acids in broiler diets. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, p.359, 2006.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. In: _____ *Imunologia aplicada*. 2ed. Jaboticabal: Funep, FCAV/Unesp, 2008. Cap.18, p. 231-245.

MAKARE, N.; BODHANKAR, S.; RANGARI, V. Immunomodulatory activity of alcoholic extract of *Mangifera indica* L. in mice. **Journal Ethnopharmacology**, v.78, p.133-137, 2001.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M. DE; CASTELLANI, D. C. *et al.* **Plantas medicinais**. Viçosa: Editora UFV: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 220p.

MILTENBURG, G. Extratos herbais como substitutos de antimicrobianos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, Campinas, 2000. **Anais...** Campinas: IAC, p.87-100, 2000.

MIURA, T.; FUKUTA, A.; ICHIKI, H. *et al.* Hypolipidemic activity of mangiferin in cholesterol-fed mice. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, Tokyo, v.18, n.3, p.119-121, 2001.

MURUGANANDAN, S.; GUPTA, S.; KATARINA, M. *et al.* Mangiferin protects the streptozotocin-induced oxidative damage to cardiac and renal tissues in rats. **Toxicology**, v.176, p.165-173, 2002.

MURUGANANDAN, S.; SRINIVASAN, K.; GUPTA, S. *et al.* Effect of mangiferin on hyperglycemia and atherogenicity in streptozotocin diabetic rats. **Journal Ethnopharmacol**, Limerick, v.97, p.497-501, 2005.

NAIR, P. S.; DEVI, S. C. S. Efficacy of mangiferin on serum and heart tissue lipids in rats subjected to isoproterenol induced cardiotoxicity. **Toxicology**, v.228, p.135-139, 2006.

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

NIU, Y.; LI, S.; NA, L. *et al.* Mangiferin decreases plasma free fatty acids through promoting its catabolism in liver by activation of AMPK. **Plos One**, v.7, n.1, p.1-8, 2012.

OETTING, L.L. **Extratos vegetais como promotores de crescimento de leitões recém-desmamados**. 66f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 2005.

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

PACHÚ, C.O. **Processamento de plantas medicinais para obtenção de extratos secos e líquidos**, Campina Grande, 2007. 102f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

PANDA, A.K.; CHERIAN, G. Tissue tocopherol status, meat lipid stability, and serum lipids in broiler chickens fed *Artemisia annua*. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.118, p.0000-0000, 2016.

PARASKEUAS V.; FEGEROS, K.; PALAMIDI, I. *et al.* Growth performance, nutrient digestibility, antioxidant capacity, blood biochemical biomarkers and cytokines expression in broiler chickens fed different phytogetic levels. **Animal Nutrition Journal**, 2017.

PARD-ANDREU, G.L.; DELGADO, R.; VELHO, J.A. *et al.* Mangiferin, a natural occurring glycosyl xantone, increases susceptibility of rat liver mitochondria to calcium-induced permeability transition. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.439, p.184-193, 2005.

PARD-ANDREU, G. L.; BARRIOS, M. F.; CURTI, C. *et al.* Protective effects of *Mangifera indica* L extract (Vimang), and its major component mangiferin, on ironinduced oxidative damage to rat serum and liver. **Pharmacological Research**, v.57, p.79-86, 2008.

PARMAR, S.S.; SHARMA, R.S. Use of mango seed kernels in enhancing the oxidate stability of ghee. **Asian Journal Dairy Research**, v.5, p.91-99, 1986.

PERCIVAL, S. S.; TALCOTT, S. T.; CHIN, S. T. *et al.* Neoplastic transformation of BALB/3T3 cells and cell cycle of HL-60 cells are inhibited by mango (*Mangifera indica* L.) juice and mango juice extracts. **Journal of Nutrition**, v.136, p.1300-1304, 2006.

PLACHA, I.; TAKACOVA, J.; RYZNER, M. *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. Influence of dietary spices or their active principles on digestive enzymes of small intestinal mucosa in rats. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.47, p.55-59, 1996.

PRABHU, S.; JAINU, M.; SABITHA, K. E. *et al.* Role of mangiferin on biochemical alterations and antioxidant status in isoproterenol induced myocardial infarction in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.11, n.107, p.126-133, 2006.

PRABHU, S.; NARAYAN, S.; DEVI, S.S.C. Mechanism of Protective Action of Mangiferin on Suppression of Inflammatory Response and Lysosomal Instability in Rat Model of Myocardial Infarction. **Phytotherapy Research**, v.23, p.756-760, 2009. 36

PRASAD, S.; KALRA, N.; SHUKLA, Y. Hepatoprotective effects of lupeol and mango pulp extract of carcinogen induced alteration in Swiss albino mice. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.51, n.3, p.352-359, 2007.

POLAT, U.; YESILBAG, D.; EREN, M. Serum biochemical profile of broiler chickens fed diets containing rosemary and rosemary volatile oil. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, v.5, n.13, p.23-30, 2011.

RAO, S.B.S.; SREEDEVI, M.V; RAO, B.N. Cytoprotective and antigenotoxic potential of Mangiferin, a glucosylxanthone against cadmium chloride induced toxicity in HepG2 cells. **Toxicology**, v.47, p.592-600, 2009.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ J. H.; QUEIROZ, M. E. L. R. *et al.* Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**. 62:13-17, 2007.

RIBEIRO, S. M. R.; BARBOSA, L. C. A.; QUEIROZ, J. H. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. **Food Chemistry**. 110:620-626, 2008.

RIZZO, P.V.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C. *et al.* Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.801-807, 2010.

RODEIRO, I.; DONATO, M.T.; MARTÍNEZ, I. *et al.* Potential hepatoprotective effects of new Cuban natural products in rat hepatocytes culture. **Toxicology in Vitro**, p.1242-1249, 2008.

ROSS, R. Atherosclerosis is an inflammatory disease. **American Heart Journal**, v.138, p.419-420, 1999.

SALEH, H.; GOLIAN, A.; KERMANSHAHI, H. *et al.* Effects of dietary α -tocopherol acetate, pomegranate peel, and pomegranate peel extract on phenolic content, fatty acid composition, and meat quality of broiler chickens. **Journal of Applied Animal Research**, v.45, n.1, p.629-636, 2017.

SARKAR A.; SREENIVASAN, Y.; RAMESH, G.T. *et al.* β -D-Glucoside Suppresses Tumor Necrosis Factor-induced Activation of Nuclear Transcription Factor κ B but Potentiates Apoptosis. **The Journal of Biological Chemistry**, v.279, n.32(6), p.3768-3781, 2004.

SATO, T.; KAWAMOTO, A.; TAMURA, A. *et al.* Mechanism of antioxidant action of pueraria glycoside (PG)-1 (an isoflavonoid) and mangiferin (a xanthonoid). **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v.40, p.721-724, 1992.

SANCHEZ, G.M.; RE, L.; GIULIANI, A. *et al.* Protective effects of *Mangifera indica* L. extract, mangiferin and selected antioxidants against TPA-induced biomolecules oxidation and peritoneal macrophage activation in mice. **Pharmacological Research**, v.42, p.565-573, 2000.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v.30, n.12, p.3875-3883, 1991.

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

SHARMA, L. D.; BAHGA, H. S.; SRIVASTAVA, P. S. In vitro anthelmintic screening if indigenous medicinal plants against *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803) cobbold, 1898 of sheep and goats. **Indian Journal of Animal Research**, v.5, p.33-38, 1971.

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

SINGH, Y. N. Traditional medicine in Fiji. Some herbal folk cures used by Fiji Indians. **Journal of Ethnopharmacology**, v.15, p.57-88, 1986.

SMITH, D. M.; HARBORNE, J.B. Xanthones in the Appalachian Asplenium complex. **Phytochemistry**, v.10, p. 2117-2119, 1971.

SOLÍS-FUENTES, J.A.; DURÁN-DE-BAZÚA, M.C. Mango seed uses: termal behavior of mango seed almond fad and its mixtures with cocoa butter. **Bioresource Technology**, v.92, n.1, p.71-78, 2004.

SOLTANI, M.; TABEIDIAN, S.A.; GHALAMKARI, G. *et al.* Effect of dietary extract and dried areal parts of *Rosmarinus officinalis* on performance, imune responses and total serum antioxidant activity in broiler chicks. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v.6, n.3, p.218-222, 2016.

SOUZA, M. S. B.; VIEIRA, L.M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal Food Technology**, v.14, n.3, p.202-210, 2011.

SULTANBAWA, M.U.S. Xanthonoids of tropical plants. **Tetrahedron**, v.36, p.1465-1506, 1980.

THOMA, M., VINATORU, M., PANIWNKY, L. *et al.* Investigation of the Effects of Ultrasound on Vegetal Tissues During Solvent Extraction, **Ultrasonics Sonochemistry**, v.8, p.137-142, 2001.

THOMKE, S.; ELWINGER, K. Growth promotants in feeding pigs and poultry. I. Growth and feed efficiency responses to antibiotic growth promotants. **Annales de Zootechnie**, v.47, p.85-97, 1998.

UTIYAMA, C.E. **Utilização de agentes antimicrobianos, probióticos, prebióticos e extratos vegetais, como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados**. 94f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

VIEIRA, P.A.F.; SOUZA, C.S.; BARBOSA, A.A. *et al.* Perfil lipídico sérico de frangos de corte alimentados com inclusão de farelo de resíduo de manga nas rações. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.5, p.3327-3334, 2016.

VILELA, P.S.; CASTRO, W.C.; AVELAR, S.O.C. **Análise da oferta e da demanda de frutas selecionadas no Brasil para o decênio 2006/2015**, 2006.

VINATORU, M., An Overview of the Ultrasonically Assisted Extraction of Bioactive Principles from Herbs, **Ultrasonics Sonochemistry**, v.8, p.303-313, 2001.

VISWANADH, E.K.; RAO, B.N.; RAO, B.S. Antigenotoxic effect of mangiferin and changes in antioxidant enzyme levels of Swiss albino mice treated with cadmiumchloride. **Human and experimental Toxicology**, v. 29, n.5, p.409-418, 2010.

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

YANISHLIEVA, N.V.; MARINOVA, E.M.; GORDON, M.H. *et al.* Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. **Food Chemistry**, v.64, p.59-66, 1999.

YANG, Y.; IJI, P.A.; CHOCT, M. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. **World's Poultry Science Journal**, v.65, p.97-114. 2009.

YEAN SOONG, Y.; BARLOW, P.J. Antioxidante activity and phenolic content of selected fruit seeds, **Food Chemistry**, v.88, n.3, p.411-41, 2004.

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

YOUSSEF, S. F.; SELIM, N. A; ABDEL-SALAM, A. F. *et al.* Evaluations of some natural antioxidant sources in broiler diets: 3-effect of different ginger extract forms and levels on broiler performance, immune response and quality of chilled and frozen meat. **Egyptian Poultry Science Journal**, v.36, p.299-317, 2016.

ZHANG, Y.N.; WANG, J.; QI, B. *et al.* Evaluation of mango saponin in broilers: effects on growth performance, carcass characteristics, meat quality and plasma biochemical indices **Asian-Australas Journal Animal Sciences**, v.30, n.8, p.1143-1149, 2017.

3 EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: ASPECTOS PRODUTIVOS, DESENVOLVIMENTO DO TRATO DIGESTÓRIO E PARÂMETROS SANGUÍNEOS

RESUMO

O experimento foi realizado para avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga (EECAR) na ração sobre o desempenho, características de carcaça, peso relativo dos segmentos do trato digestório e parâmetros sanguíneos de frangos de corte. Para isso, foram utilizados 756 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Ross 308, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e seis repetições de dezoito aves. Os tratamentos consistiram em: ração sem adição de antioxidante (controle); ração com adição de 200 ppm do antioxidante butilato de hidroxitolueno (BHT); e ração com 200, 400, 600, 800 ou 1000 ppm de extrato etanólico do caroço da manga. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis de desempenho, características de carcaça, assim como para o peso relativo dos segmentos do trato digestório dos frangos de corte. Em relação ao perfil lipídico sérico de frangos de corte, observou-se que os frangos de corte alimentados com a ração controle apresentaram níveis de colesterol total significativamente maiores que os animais que receberam rações contendo EECAR. Entretanto, não houve diferença significativa entre o uso de antioxidante sintético BHT e a adição de EECAR nos diferentes níveis. O extrato etanólico do caroço da manga pode ser utilizado na alimentação de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade em níveis de até 1000 ppm, sem que ocorram alterações no desempenho, características de carcaça, peso relativo dos segmentos do trato digestório e parâmetros bioquímicos. Contudo, influencia o metabolismo lipídico dos frangos de corte, reduzindo o colesterol plasmático total.

Palavras-chave: Características de Carcaça. Colesterol. Desempenho. Extratos Vegetais. Mangiferina. Polifenóis.

ABSTRACT

The experiment was carried out to evaluate the effect of inclusion of different levels of ethanolic extract of mango seed (EEMS) on performance, carcass traits, development of the digestive tract and blood parameters of broilers. For this purpose, 756 one-day-old male chicks of the

Ross 308 line were distributed in a completely randomized experimental design with seven treatments and six replicates of eighteen birds. The treatments consisted of: ration without addition of antioxidant (control); With addition of 200 ppm of the antioxidant Butylated hydroxytoluene (BHT); And ration with 200, 400, 600, 800 or 1000 ppm of ethanolic extract of the mango seed. There was no significant difference between the treatments for the performance variables, carcass characteristics, as well as for the development of the digestive tract of the broilers. Regarding the serum lipid profile of broiler chickens, it was observed that broiler chickens fed the control ration had significantly higher total cholesterol levels than the animals that received rations containing EEMS. However, there was no significant difference between the use of synthetic antioxidant BHT and the addition of EEMS at different levels. The ethanolic extract of the mango seed can be used to feed broiler chickens from 1 to 42 days of age at levels of up to 1000 ppm of inclusion, without alterations in performance, carcass characteristics, development of the digestive tract and biochemical parameters. However, it influences the lipid metabolism of broilers, reducing total plasma cholesterol.

Keywords: Carcass Characteristics. Cholesterol. Performance. Plant Extracts. Mangiferin. Polyphenols.

INTRODUÇÃO

O processamento agroindustrial pode gerar significativas fontes de poluição, com consequente degradação ambiental. Nesse contexto, alguns estudos têm demonstrado que o beneficiamento de frutas produz quantidade significativa de resíduos ricos em compostos bioativos e, portanto, têm aumentado o interesse da comunidade científica em desenvolver estudos que viabilizem o aproveitamento desses compostos, contribuindo para reduzir os riscos ambientais e fortalecer as cadeias produtivas, agregando valor econômico visto que o resíduo pode passar a ser um subproduto.

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma árvore frutífera tropical abundante no Brasil, cujo fruto é a manga que, por se tratar de uma fruta sazonal, a grande maioria passa por processamento. Essa atividade produz resíduos que não têm sido utilizados para nenhum fim comercial, sendo então descartados, tornando-se fontes de poluição. Logo, a utilização do caroço da manga pode ser uma forma econômica de reduzir o problema da eliminação dos resíduos (KITTIPOOM, 2012).

Algumas pesquisas comprovaram que extratos provenientes do caroço da manga possuem alta atividade antimicrobiana frente às bactérias *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, ação atribuída ao elevado teor de compostos fenólicos (ABDALLA *et al.*, 2007; ARBOS *et al.*, 2013), com destaque aos diversos grupos de taninos, que formam quelatos com íons metálicos, diminuindo a disponibilidade destes para os micro-organismos (SCALBERT, 1991).

Por outro lado, tem sido relatado na literatura que o caroço da manga é fonte de ácidos graxos insaturados e antioxidantes naturais, pois contém diferentes compostos fenólicos, ácido ascórbico e carotenoides. Além disso, demonstrou-se que o extrato da manga possui atividades analgésicas, anti-diarreicas, anti-inflamatórias e antifúngicas, bem como efeitos hipoglicêmicos (ABDALLA *et al.*, 2007; ISLAM *et al.*, 2010; HUBER *et al.*, 2012; VIEIRA *et al.*, 2016).

Zhang *et al.* (2016) constataram que frangos de corte alimentados com saponinas obtidas do extrato da folha da manga obtiveram melhor desempenho, qualidade da carne e metabolismo lipídico em relação as aves que não receberam saponinas da manga na sua alimentação. Reduções aos 14, 28 e 42 dias de idade nos teores de lipoproteínas de muito baixa densidade, além de trigliceróis totais nos níveis de inclusão de farelo do resíduo da manga de 5,0% e 7,5% nas rações de frangos de corte foram observadas por Vieira *et al.* (2016).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga na ração sobre o desempenho, características de carcaça, peso relativo dos segmentos do trato digestório e parâmetros sanguíneos de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal do Ceará, sob o protocolo nº 64/2016, e está em conformidade com os Princípios Éticos de Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

Foram utilizados 756 pintos machos (*Gallus gallus domesticus*) de um dia de idade, da linhagem Ross 308, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e seis repetições de dezoito aves. Os tratamentos consistiram em: ração sem adição de antioxidante (controle); ração com adição de 200 ppm do antioxidante butilato de hidroxitolueno (BHT); e rações contendo 200, 400, 600, 800 ou 1000 ppm de extrato etanólico do caroço da manga.

Foram formuladas rações experimentais isonutrientes para as fases inicial (1 a 21 dias de idade), de crescimento (22 a 35 dias de idade) e final (36 a 42 dias de idade) (Tabela 1). Na formulação, foram considerados os valores de composição dos alimentos, conforme Rostagno *et al.* (2011), e as exigências nutricionais das aves em cada fase, segundo recomendações do manual de manejo da linhagem (AGROSS, 2004). O ingrediente inerte da ração foi substituído, de acordo com os tratamentos, pelos antioxidantes.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional calculada das rações controle¹ para frangos de corte, de acordo com a idade

Ingredientes	Idade (dias)		
	1 a 21	22 a 35	36 a 42
Milho	56,61	61,51	63,66
Farelo de soja (45%)	36,50	31,44	28,47
Óleo de soja	2,70	3,31	4,34
Fosfato bicálcico	1,87	1,65	1,56
Calcário calcítico	0,92	0,83	0,79
Sal comum	0,43	0,41	0,38
DL – metionina	0,30	0,25	0,26
L- lisina	0,27	0,21	0,28
Suplemento mineral e vitamínico ²	0,20	0,20	0,10
Inerte ³	0,10	0,10	0,10
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05
Anticoccidiano	0,05	0,05	0,00
Composição nutricional e energética calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.100	3.200
Proteína bruta (%)	21,40	19,41	18,31
Matéria Seca (%)	88,67	88,64	88,70
FDA (%)	4,85	4,62	4,45
FDN (%)	11,78	11,67	11,52
Cálcio (%)	0,92	0,82	0,78
Fósforo disponível (%)	0,46	0,41	0,39
Sódio (%)	0,19	0,18	0,17
Cloro (%)	0,30	0,30	0,28
Lisina total (%)	1,36	1,18	1,16
Metionina + cistina total (%)	0,95	0,85	0,83
Metionina total (%)	0,60	0,53	0,53
Treonina total (%)	0,83	0,76	0,71
Triptofano total (%)	0,26	0,24	0,22

¹Controle – ração sem antioxidante; ²Níveis de garantia por Kg do produto: Vitamina A (min) 5.500.000 UI, Vitamina B1 (min) 500mg, Vitamina B12 (min) 7.500mcg, Vitamina B2 (min) 2,502mg, Vitamina B6 (min) 750mg, Vitamina D3 (min) 1.000.000 UI, Vitamina E (min) 6.500 UI, Vitamina K3 (min) 1.250mg, Biotina (min) 25mg, Niacina (min) 17,5g, Ácido fólico (min) 251 mg, Ácido pantotênico (min) 6.030mg, Cobalto (min) 50mg, Cobre (min) 3.000mg, Ferro (min) 25g, Iodo (min) 500mg, Manganês (min) 32,5g, Selênio (min) 100.05mg, Zinco (min) 22,49g; ³Inerte - Areia lavada.

O resíduo da manga, constituído de caroços, foi obtido a partir da extração da polpa e adquirido na forma *in natura* em uma empresa de beneficiamento da fruta. Foi desidratado, em processo de pré-secagem, onde foi exposto ao sol sobre uma lona plástica, durante um período de oito horas. Posteriormente foi realizada a secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 48 horas. Durante todo o período de secagem, o material foi revolvido duas vezes ao dia para facilitar a desidratação e evitar o surgimento de fungos. Depois de seco o material foi triturado.

A preparação dos extratos naturais do caroço da manga foi realizada no Laboratório de Extração de Produtos Naturais (LAEX), localizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), pelo método de extração a frio utilizando os solventes orgânicos hexano e etanol (BARRETO *et al.*, 2008).

Inicialmente, o resíduo triturado foi colocado em recipientes de vidro onde permaneceu submerso em hexano por um período de sete dias à temperatura ambiente. Em seguida, o hexano foi removido e submetido à evaporação em evaporador rotativo a 50°C, rotação de 60 rpm e pressão reduzida para obtenção do extrato hexânico e da recuperação do solvente, utilizado para re-extração por mais duas vezes com as mesmas condições da extração inicial. Os extratos hexânicos obtidos nas três extrações foram descartados e os resíduos utilizados para extração etanólica nas mesmas condições descritas para extração hexânica. O extrato etanólico obtido foi acondicionado em recipiente de vidro e identificado para posterior utilização.

Foram retiradas alíquotas do extrato para avaliação do potencial antioxidante, atividade antioxidante total e determinação de compostos fenólicos (Tabela 2), onde o butilato de hidroxitolueno (BHT) foi utilizado como padrão. O potencial antioxidante do extrato foi avaliado pela capacidade de sequestro do radical DPPH, de acordo com o procedimento descrito por Brand-Willians *et al.* (1995), sendo os resultados expressos em mg/L, referente a metade da concentração inibitória máxima (IC50). A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada por meio do ensaio com o radical livre ABTS+(2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) e o resultado expresso em µM de capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) por g de extrato (RUFINO *et al.*, 2007). A análise dos compostos fenólicos foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu, expresso em mg de equivalente de ácido gálico (EqAG) por g de extrato (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; MUELLER-HARVEY, 2001).

Tabela 2. Potencial antioxidante, atividade antioxidante total e compostos fenólicos do extrato etanólico do caroço da manga

	DPPH ¹ (mg/L)	ABTS ² (μ M TEAC/g)	Fenólicos totais ³ (mg EqAg/g)
BHT ⁴	289,17	350,83	-
EECAR ⁵	175,66	518,68	95,50

¹DPPH-Radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil; ²ABTS - Radical 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); ³Compostos fenólicos; ⁴BHT - Butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ⁵EECAR - Extrato etanólico do caroço de manga.

Logo após a chegada ao aviário, os pintinhos foram pesados e distribuídos, de acordo com o peso, nos diferentes tratamentos, de modo a se obter parcelas com o mesmo peso médio, conforme as recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) para a montagem de ensaios com aves. Em cada boxe foram alojadas 18 aves, que foram criadas em piso coberto com cama de raspa de madeira em uma espessura de 10 cm.

Como cuidados iniciais, nos primeiros dias de vida, foi utilizado o aquecimento elétrico. Com o objetivo de manter a temperatura adequada e evitar correntes de ar, foram instaladas cortinas de polietileno em volta do galpão, que foram manejadas de acordo com a necessidade das aves.

A iluminação artificial do galpão foi realizada com lâmpadas fluorescentes de 40 watts, distribuídas a uma altura de 2,40 m do piso, permitindo uma iluminação uniforme para todos os boxes. O programa de luz durante todo período experimental foi de 23 h luz/dia (natural + artificial).

Os pintos foram vacinados no incubatório contra Marek e Gumboro. Durante todo o período experimental, os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados e registrados com o uso de dataloggers, sendo registradas as médias da temperatura e umidade relativa do ar de 28,34°C e 74,26%, respectivamente.

Durante todo o experimento, a ração e a água foram fornecidas à vontade. A água foi oferecida em bebedouros pendulares e a ração em comedouros tubulares. Os parâmetros de desempenho avaliados foram: consumo de ração (kg/ave), ganho de peso (kg/ave) e conversão alimentar (kg/kg).

O consumo de ração foi calculado através da diferença de peso entre a quantidade de ração fornecida no início e as sobras no final do ensaio de cada unidade experimental. O ganho de peso foi obtido pela diferença entre os pesos finais e iniciais das aves de cada parcela.

A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso de cada unidade experimental. Todas as variáveis foram corrigidas para mortalidade.

Ao final do período experimental (42 dias de idade), duas aves de cada parcela foram selecionadas para abate e avaliação das características de carcaça. Foram selecionadas aves com o peso médio semelhante ao da parcela. Após jejum alimentar de 6 horas, as aves foram eutanasiadas, com eletronarcose seguida de sangria, e depois depenadas e evisceradas.

Após a pesagem do proventrículo, moela, fígado e intestinos e a pesagem da carcaça sem o pescoço, os pés e as vísceras comestíveis, procederam-se os cortes. O rendimento de carcaça (%) e os pesos relativos (%) do proventrículo, moela, fígado e intestinos foram calculados em relação ao peso vivo das aves e os rendimentos (%) de peito e coxa + sobrecoxa em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Aos 42 dias de idade, foram coletadas amostras de sangue da veia de duas aves por unidade experimental. As amostras foram acondicionadas em tubos Falcon, então foram dessoradas e congeladas para posterior determinação dos índices séricos do metabolismo lipídico. As análises de ácido úrico, creatinina, aspartato aminotransferase (AST), colesterol total, lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) e triglicerídeos foram realizadas pelo método de automação (Metrolab 2300 plus) com kits cinéticos da Wiener, conforme instrução do fabricante.

A análise estatística foi realizada utilizando o “Statistical Analyses Sistem” (SAS, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância segundo um modelo inteiramente casualizado. Para determinar o melhor nível de inclusão do extrato nas rações, os dados dos tratamentos que contêm os diferentes níveis de extrato (200 até 1000 ppm) foram submetidos à análise de regressão. Também foi realizada a comparação de médias entre todos os tratamentos pelo teste SNK (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados (Tabela 3), não houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as variáveis de desempenho avaliadas, no período de 1 a 21 ou de 1 a 42 dias de idade, indicando que a adição do extrato etanólico do caroço da manga não influenciou o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves nos períodos avaliados.

Tabela 3. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga

Tratamentos	Parâmetros		
	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
1 a 21 dias			
Controle ¹	1227,87	866,25	1,42
BHT ² , 200ppm	1234,27	855,86	1,45
EECAR ³ , 200ppm	1218,59	856,15	1,42
EECAR, 400 ppm	1213,52	851,96	1,43
EECAR, 600 ppm	1222,96	851,52	1,44
EECAR, 800 ppm	1204,23	863,59	1,40
EECAR, 1000 ppm	1202,96	841,54	1,43
Média	1218,19	855,27	1,42
CV ⁴ (%)	2,71	2,47	2,65
ANOVA ⁵		<i>p-valor</i>	
Tratamentos	0,5376	0,5026	0,4228
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	0,2943	0,5187	0,6882
Quadrática	0,6548	0,4760	0,8795
1 a 42 dias			
Controle ¹	4907,10	2558,65	1,92
BHT ² , 200ppm	4910,40	2498,80	1,97
EECAR ³ , 200ppm	4974,80	2561,02	1,95
EECAR, 400 ppm	4879,80	2491,87	1,96
EECAR, 600 ppm	4908,70	2512,34	1,95
EECAR, 800 ppm	4894,50	2629,54	1,86
EECAR, 1000 ppm	4809,70	2484,18	1,94
Média	4897,87	2533,77	1,94
CV ⁴ (%)	4,14	4,98	4,36
ANOVA ⁵		<i>p-valor</i>	
Tratamentos	0,9047	0,4216	0,4055
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	0,2586	0,9286	0,2683
Quadrática	0,9455	0,7957	0,7040

¹Controle – ração sem antioxidante; ²BHT – butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ³EECAR – extrato etanólico do caroço de manga; ⁴CV – coeficiente de variação; ⁵ANOVA- análise de variância.

A quantidade de alimento ingerido voluntariamente está diretamente relacionada à palatabilidade da ração. No entanto, 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 (LEESON; SUMMERS, 2001; WINDISCH *et al.*, 2008). Além disso, o incremento de polifenóis ou taninos na dieta pode reduzir a ingestão de alimentos ou diminuir a utilização dos nutrientes (VIEIRA *et al.*, 2008), podendo influenciar no consumo.

Assim, como não houve diferença no consumo de ração entre os frangos alimentados com os diferentes tratamentos, na presente pesquisa, pode-se inferir que a adição de até 1000 ppm do extrato não alterou a palatabilidade das rações testadas, assim como o possível aumento no nível de polifenóis na dieta não gerou efeitos tóxicos ou antinutricionais suficientes para afetar o desempenho das aves. A ausência de influência da adição de 200 ou 400 ppm de extrato etanólico do caroço da manga sobre o consumo de ração foram constatados por Freitas *et al.* (2012) para frangos e Freitas *et al.* (2013) para poedeiras comerciais.

Considerando que o ganho de peso é resultante da ingestão e aproveitamento de nutrientes pelas aves, como o consumo de ração não variou entre os tratamentos, não houve efeito significativo sobre o ganho de peso das aves. Por sua vez, como o ganho de peso foi proporcional à ingestão de alimento, os valores de conversão alimentar não diferiram significativamente. Esses resultados indicam que a adição de até 1000 ppm do extrato etanólico do caroço da manga não interferiu o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos. A ausência de influência da adição do extrato do caroço da manga sobre o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos também foi relatada por Freitas *et al.* (2012), que testaram a adição de 200 e 400 ppm na ração.

Um dos desafios para a utilização dos extratos vegetais na alimentação de frangos de corte tem sido os resultados variáveis das pesquisas. Alguns estudos confirmaram a eficácia dos extratos vegetais na alimentação de frangos de corte (orégano, louro, sálvia, mirtilo, erva doce, casca cítrica, sanguinarina, folha da manga), com melhora da conversão alimentar e aumento do ganho de peso, provavelmente devido às propriedades promotoras de saúde do extrato, como atividade analgésica, antioxidante, anti-inflamatória e antifúngica (ALÇIÇEK *et al.*, 2003; LIPPENS *et al.*, 2006; LEE *et al.*, 2015; ZHANG *et al.*, 2016).

Outros indicam ausência de influência, como os relatados por Rizzo *et al.* (2010) de que o fornecimento de misturas de extratos vegetais (200 ppm de óleos essenciais de cravo, tomilho, canela e pimenta; 100 ppm de óleos essenciais sintéticos de orégano e canela e óleo-resina de pimenta microencapsulados; 500 ppm de óleo de eucalipto, óleo essencial de canela-da-china, folhas de boldo-do-chile e sementes de feno-grego na fase inicial e 1.200 ppm nas fases de crescimento e final) nas rações de frangos de corte não influenciaram no peso final, ganho de peso, no consumo de ração e na conversão alimentar.

Por fim, a adição de extratos vegetais nas rações também é capaz de promover efeitos negativos nas características de desempenho produtivo. Segundo Cross *et al.* (2003), a inclusão de níveis crescentes de extratos vegetais isolados para frangos de corte provocou redução do consumo de ração e piora da conversão alimentar. Soltani *et al.* (2016), avaliando

os efeitos do extrato de alecrim sobre o desempenho de frangos de corte, observaram que a adição de 2,5g/L de extrato etanólico do alecrim prejudicou o ganho de peso dos animais.

As variáveis de características de carcaça não foram influenciadas pelos diferentes tratamentos avaliados (Tabela 4). Esses resultados indicam que a adição de até 1000 ppm do extrato etanólico do caroço da manga não interferiu nas características de carcaça avaliadas. A ausência de influência da adição do extrato do caroço da manga sobre as características de carcaças dos frangos também foi relatado por Freitas *et al* (2012), que testaram a adição de 200 e 400 ppm na ração.

Tabela 4. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga

Tratamento	Parâmetros (%)			
	Carcaça	Peito	Coxa+sobrecoxa	Gordura abdominal
Controle ¹	76,11	28,48	32,02	2,11
BHT ² , 200ppm	76,69	27,82	32,00	2,31
EECAR ³ , 200ppm	76,65	28,51	31,91	2,23
EECAR, 400 ppm	77,75	28,42	32,48	2,45
EECAR, 600 ppm	76,87	28,54	32,03	2,30
EECAR, 800 ppm	76,79	28,46	32,22	2,08
EECAR, 1000ppm	76,74	28,20	32,61	2,11
Média	76,80	28,35	32,18	2,23
CV ⁴ (%)	1,20	3,76	4,51	18,59
ANOVA ⁵	<i>p-valor</i>			
Tratamentos	0,1540	0,9030	0,9728	0,6862
Regressão	<i>p-valor</i>			
Linear	0,5567	0,6438	0,4972	0,2199
Quadrática	0,3423	0,7150	0,8898	0,4528

¹Controle -Ração sem antioxidante; ²BHT -Butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ³EECAR -Extrato etanólico do caroço de manga; ⁴CV - Coeficiente de variação; ⁵ANOVA- Análise de variância.

Assim como para as variáveis de desempenho, algumas pesquisas já demonstraram que a inclusão de extratos vegetais nas rações de frangos de corte pode melhorar as características de carcaça, como consequência da melhor digestão dos aminoácidos da dieta (PLATEL; SRINIVASAN, 1996). Em outras (FUKAYAMA *et al.*, 2005; ELDEEB *et al.*, 2006; RIZZO *et al.*, 2010; LEE *et al.*, 2015), a adição dos extratos de vegetais isolados e misturas de extratos vegetais nas rações não foi capaz de modificar as características de carcaça. Entretanto, efeitos negativos nas características de carcaça foram relatados por Soltani *et al.* (2016), quando avaliaram os efeitos do extrato de alecrim sobre as características de carcaça de

frangos de corte e observaram que a inclusão de extrato etanólico do alecrim prejudicou o rendimento de carcaça.

Conforme a análise dos dados, o peso relativo dos segmentos do trato digestório dos frangos de corte não foi influenciado pelos tratamentos recebidos (Tabela 5). Esses resultados indicam que a adição de até 1000 ppm do extrato etanólico do caroço da manga não beneficiou ou prejudicou o peso relativo dos órgãos do trato digestório dos frangos.

Os extratos provenientes dos resíduos do processamento industrial de frutos da manga apresentam teor importante de compostos fenólicos (ARBOS *et al.*, 2013). Entre os compostos fenólicos, estão presentes os taninos, que podem reduzir a digestibilidade da proteína, carboidratos e minerais, diminuir a atividade de enzimas digestivas, além de causar danos à mucosa do sistema digestivo ou exercer efeitos tóxicos sistêmicos (SREERAMA *et al.*, 2010), o que poderia prejudicar o desenvolvimento dos órgãos do tratodigestório dos frangos. Contudo, estas alterações não foram verificadas nesta pesquisa, demonstrando que a concentração de até 1000 ppm de extrato etanólico do caroço da manga não sobrecarregou o trato digestório das aves.

Tabela 5. Avaliação do peso relativo dos segmentos do trato digestório de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga

Tratamento	Parâmetros (%)			
	Proventrículo	Moela	Intestinos	Fígado
Controle ¹	0,34	1,32	2,39	1,78
BHT ² , 200ppm	0,34	1,34	2,33	1,89
EECAR ³ , 200ppm	0,31	1,30	2,31	1,74
EECAR, 400 ppm	0,29	1,39	2,21	1,77
EECAR, 600 ppm	0,30	1,34	2,36	1,77
EECAR, 800 ppm	0,34	1,29	2,32	1,76
EECAR, 1000ppm	0,27	1,29	2,33	1,81
Média	0,31	1,32	2,32	1,79
CV ⁴ (%)	12,31	9,79	9,97	6,94
ANOVA ⁵	<i>p-valor</i>			
Tratamentos	0,1095	0,8623	0,8921	0,4675
Regressão	<i>p-valor</i>			
Linear	0,6549	0,5281	0,5741	0,2859
Quadrática	0,3086	0,4009	0,9079	0,8072

¹Controle -Ração sem antioxidante; ²BHT -Butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ³EECAR -Extrato etanólico do caroço de manga; ⁴CV - Coeficiente de variação; ⁵ANOVA- Análise de variância.

A influência dos extratos vegetais sobre o peso relativo dos segmentos do trato digestório dos frangos tem sido variável. Denli *et al.* (2004) constataram que a inclusão de óleo essencial de tomilho aumentou o peso e comprimento do intestino de codornas. Lee *et al.* (2015), ao avaliar os efeitos do Sangrovit® (produto comercial composto 1,5% de sanguinarina como componente ativo – fitogênico da *Macleya cordata*) em dietas para frangos de corte, observaram que as aves que receberam 20 ou 50 ppm de sanguinarina na dieta tiveram o peso do intestino reduzido. Contudo, o seu comprimento foi aumentado, facilitando assim a absorção mais eficiente dos nutrientes provavelmente devido a um possível afinamento do intestino. Soltani *et al.* (2016) observaram aumento do comprimento do jejuno de frangos de corte alimentados com rações contendo 3g/kg de alecrim em pó. Por sua vez, Hernandez *et al.* (2004) e Cabuk *et al.* (2006), ambos trabalhando com misturas de óleos essenciais (os primeiros utilizaram orégano, canela, pimenta, sálvia, tomilho e alecrim, e os segundos trabalharam com orégano, louro, sálvia, mirtilo, erva doce e casca cítrica) para frangos de corte, não encontraram diferenças significativas destes sobre o peso do proventrículo, moela, fígado, pâncreas e intestinos.

O perfil lipídico sérico de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga apresentou-se na Tabela 6. Não houve diferença significativa para os níveis de ácido úrico, creatinina, aspartato aminotransferase, lipoproteínas de baixa e alta densidade. No entanto, na comparação das médias pelo teste de SNK (5%), observou-se que os frangos de corte alimentados com a ração controle apresentaram níveis de colesterol total significativamente maiores que as aves que receberam rações contendo EECAR da manga. Entretanto, não houve diferença significativa entre o uso de antioxidante sintético BHT e a adição de EECAR nos diferentes níveis.

Tabela 6. Parâmetros bioquímicos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga

Tratamentos	Parâmetros						
	Ác.Úrico ⁶ mg/dL	Creat. ⁷ mg/dL	AST ⁸ U/L	Col. T. ⁹ mg/dL	LDL mg/dL	HDL mg/dL	Trig. ¹⁰ g/dL
Controle ¹	3,22	0,10	282,20	126,00a	23,20	102,80	26,80
BHT ² , 200ppm	3,00	0,11	239,20	112,00ab	21,60	90,40	26,80
EECAR ³ , 200ppm	3,98	0,10	247,50	97,50b	17,67	81,50	27,75
EECAR, 400 ppm	4,78	0,10	276,36	105,12b	19,08	82,04	32,84
EECAR, 600 ppm	4,12	0,10	281,60	106,80b	16,40	90,40	23,60
EECAR, 800 ppm	3,94	0,12	261,00	101,40b	18,80	82,60	20,40
EECAR, 1000 ppm	4,24	0,11	260,00	95,80b	16,73	82,40	26,20
Médias	3,87	0,11	263,26	106,40	19,14	87,51	26,25
CV ⁴	33,51	17,18	18,23	11,87	29,34	14,91	26,60
ANOVA ⁵	<i>p-valor</i>						
Tratamentos	0,3143	0,3229	0,6475	0,0043	0,1340	0,0778	0,1719
Regressão	<i>p-valor</i>						
Linear	0,9035	0,0526	0,8341	0,7030	0,6338	0,8906	0,1886
Quadrática	0,8270	0,7924	0,2477	0,1088	0,6517	0,3816	0,5518

¹Controle -Ração sem antioxidante; ²BHT -Butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ³EECAR -Extrato etanólico do caroço de manga; ⁴CV - Coeficiente de variação; ⁵ANOVA- Análise de variância; ⁶Ác. Úrico - Ácido úrico; ⁷Creat. - Creatina; ⁸AST-Aspartato aminotransferase; ⁹Col. T. - Colesterol total; ¹⁰Trig. - Triglicerídeos. Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de SNK (p<0,05).

Os teores plasmáticos de colesterol total refletem o estado do metabolismo lipídico no corpo e o seu acúmulo excessivo leva a distúrbios metabólicos em frangos de corte (ALVARENGA *et al.*, 2011). A redução no conteúdo plasmático de colesterol total com a inclusão do EECAR da manga nas rações pode ser explicada pela presença de mangiferina e outros polifenóis no extrato, com consequente melhoria no metabolismo lipídico de frangos de corte, estando de acordo com as ações desses compostos já relatadas em estudos com ratos (MURUGANANDAN *et al.*, 2005; NAIR; DEVI, 2006).

Além disso, outras pesquisas confirmaram as propriedades hipocolesterolêmicas dos polifenóis (MURAMATSU *et al.*, 1986, YOSHINO *et al.*, 1994; ZHANG *et al.*, 2016), através da redução da absorção do colesterol dietético e biliar e aumento da excreção fecal (KOO; NOH, 2007) ou inibição da síntese de colesterol no fígado por meio da inativação da 3-hidroxi-3-metilglutaril-coenzima A redutase (HMG-CoA-redutase) e ativação da adenosina monofosfato quinase (AMPK) (SINGH *et al.*, 2009). Nesse contexto, Zhang *et al.* (2016) verificaram que frangos de corte alimentados com 0,28% de saponinas obtidas do extrato da

folha da manga tiveram redução nos valores de colesterol total e triglicerídeos em relação às aves que não receberam saponinas da manga na sua alimentação.

CONCLUSÕES

O extrato etanólico do caroço da manga pode ser utilizado na alimentação de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade em níveis de até 1000 ppm de inclusão, sem que ocorram efeitos adversos no desempenho, características de carcaça e peso relativo dos segmentos do trato digestório. Contudo, influencia o metabolismo lipídico dos frangos de corte, reduzindo o colesterol plasmático total.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.E.M.; DARWISH, S.M.; AYAD, E.H.E. *et al.* Egyptian mango by-product 2: antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. **Food Chemistry**, v.103, p.1141-1152, 2007.
- AGROCERES ROSS. **Manual de manejo de frangos AGROSS, 2004**. Campinas: Produção e Editoração Um Design, 2004. 119 p.
- ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; ÇABUK, M. The effects of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. **South African Journal of Animal Science**, v.33, p.89-94, 2003.
- ALVARENGA, R.R.; ZANGERONIMO, M.G.; PEREIRA, L.J. *et al.* Lipoprotein metabolism in poultry. **Worlds Poultry Science Journal**, v.67, p.431-440, 2011.
- ARBOS, K.A.; STEVANI, P.C.; CASTANHA, R.F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v. 60, n.2, p. 161-165, 2013.
- BARRETO, J.C.; TREVISAN, M.T.S.; HULL, W.E. *et al.* Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.5599-5610, 2008.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel – Wissenschaft Technologie**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.
- CABUK, M.; BOZKURT, M.; ALÇIÇEK, A. *et al.* Effect of herbal essential oil mixture on growth and internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. **South African Journal of Animal Science**, v.36, n.2, p.135-141, 2006. 57
- CROSS, D. E.; SVOBODA, K.; MCDEVITT, R. M. *et al.* The performance of chickens fed diets with and without thyme oil and enzymes. **British Poultry Science**, v.44, n.1, p.S18-S19, 2003.
- DENLI, M.; OKAN, F.; ULUOCAK, A. N. Effect of dietary supplementation of herb essential oils on the growth performance carcass and intestinal characteristics of quail (*Coturnix coturnix japonica*). **South African Journal of Animal Science**, v.34, n.3, p.174-179, 2004.
- ELDEEB, M.A.; METWALLY, M.A.; GALAL, A.E. The impact of botanical extract, capsicum (*Capsicum frutescence* L), oil supplementation and their interactions on the productive performance of broiler chicks. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, p.243-247, 2006.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; TREVISAN, M.T.S. *et al.* Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1025-1030, 2012.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; TREVISAN, M.T.S. *et al.* Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.7, p.714-721, 2013.

FOLIN, O.; CIOCALTEU, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. **The Journal of Biological Chemistry**, v.73, p.627-650, 1927.

FUKAYAMA, E.H.; BERTECHINI, A.G.; GERALDO, A. *et al.* Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2316-2326, 2005.

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

HUBER, K.; QUEIROZ, J.H.; MOREIRA, A.V.B. *et al.* Caracterização química do resíduo agroindustrial da manga Ubá (*Mangifera indica* L.): uma perspectiva para a obtenção de antioxidantes naturais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.6, n.1, p.640-652, 2012.

ISLAM, M.R.; MANNAN, M.A.; KABIR, M.H.B. *et al.* Analgesic, anti-inflammatory and antimicrobial effects of ethanol extracts of mango leaves. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**, v.8, p.239-44, 2010.

KITTIPHOOM, S. Utilization of mango seed. **International Food Research Journal**, v.19, n.4, p.1325-1335, 2012.

KOO, S.I.; NOH, S.K. Green tea as inhibitor of the intestinal absorption of lipids: potential mechanism for its lipid-lowering effect. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.18, p.179-183, 2007.

LEE, K.W.; KIM, J. S.; OH, S. T. *et al.* Effects of dietary sanguinarine on growth performance, relative organ weight, cecal microflora, serum cholesterol level and meat quality in broiler chickens. **The Journal of Poultry Science**, v.52, n.1, p.15-22, 2015.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. Nutrition of the chicken. 4th ed. Ontario: University Books, 2001. 413p.

LIPPENS, M.; HUYGHEBAERT, G.; SCICUTELLA, S. The efficacy of microencapsulated, gastro-resistant blends of essential oils and/or organic acids in broiler diets. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, p.359, 2006.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.3-20, 2001.

MURAMATSU, K.; FUKUYO, M.; HARA, Y. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v.32, p.613-622, 1986.

MURUGANANDAN, S.; SRINIVASAN, K.; GUPTA, S. *et al.* Effect of mangiferin on hyperglycemia and atherogenicity in streptozotocin diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.97, p.497-501, 2005.

NAIR, P.S.; DEVI, C.S.S. Efficacy of mangiferin on serum and heart tissue lipids in rats subjected to isoproterenol induced cardiotoxicity. **Toxicology**, v.228, p.135-139, 2006.

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

RIZZO, P. V.; MENTEN, J. F. M.; RACA, A. M. C. Extratos vegetais em dietas para frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.801-807, 2010.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Comunicado Técnico 127, Embrapa, 2007.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. Version 8. 2.ed. Cary: SAS Institute, 2000. (CD-ROM).

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v.30, n.12, p.3875-3883, 1991.

SINGH, D.K., BANERJEE, S.; PORTER, T.D. Green and black tea extracts inhibit HMG-CoA reductase and activate AMP kinase to decrease cholesterol synthesis in hepatoma cells. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.20, p.816-822, 2009.

SOLTANI, M.; TABEIDIAN, S.A.; GHALAMKARI, G. *et al.* Effect of dietary extract and dried areal parts of *Rosmarinus officinalis* on performance, immune responses and total serum antioxidant activity in broiler chicks. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v.6, n.3, p.218-222, 2016.

SREERAMA, Y.N.; NEELAM, D.A.; SASHIKALA, V.B. *et al.* Distribution of nutrients and antinutrients in milled fractions of chickpea and horse gram: seed coat phenolics and their distinct modes of enzyme inhibition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, n.7, p.4322-4330, 2010.

VIEIRA, P.A.F.; QUEIROZ, J.H.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2173-2178, 2008.

VIEIRA, P.A.F.; SOUZA, C.S.; BARBOSA, A.A. *et al.* Perfil lipídico sérico de frangos de corte alimentados com inclusão de farelo de resíduo de manga nas rações. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.5, p.3327-3334, 2016.

YOSHINO, K.; TOMITA, I.; SANO, M. *et al.* Effects of long-term dietary supplement of tea polyphenols on lipid peroxide levels in rats. **Age**, v.17, p.79-85, 1994.

WINDISCH, W.; SCHEDULE, K.; PLITZNER, C. *et al.* User of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 140-148, 2008.

ZHANG, Y.N.; WANG, J.; QI, B. *et al.* Evaluation of mango saponin in broilers: effects on growth performance, carcass characteristics, meat quality and plasma biochemical indices **Asian-Australas Journal Animal Sciences**, v.30, n.8, p.1143-1149, 2017.

4 EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: COMPOSTOS FENÓLICOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E QUALIDADE DA CARNE

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga na ração sobre os níveis de compostos fenólicos, atividade antioxidante e qualidade da carne de frangos de corte. Para isso, foram utilizadas amostras da carne do peito de frangos abatidos aos 42 dias, ao final do ensaio de desempenho. Inicialmente, 756 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Ross 308 foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e seis repetições de dezoito aves. Os tratamentos consistiram em: ração sem adição de antioxidante (controle); ração com adição de 200 ppm do antioxidante butilato de hidroxitolueno (BHT); e ração com 200, 400, 600, 800 ou 1000 ppm de extrato etanólico do caroço da manga. Não houve diferença significativa para os valores de compostos fenólicos, atividade antioxidante da carne pelo método DPPH, estabilidade lipídica da carne medida pelo valor de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e os parâmetros de força de cisalhamento, perda de água na cocção, coloração e pH da carne. No entanto, pelo método do radical livre ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)), a carne do peito dos frangos alimentados com dietas contendo extrato etanólico do caroço da manga (EECAR), a partir de 600 ppm, apresentaram maior atividade antioxidante quando comparada à carne das aves alimentadas com a dieta controle. Entretanto, não houve diferença significativa entre o uso de antioxidante sintético BHT e a adição de EECAR nos diferentes níveis. A adição do extrato etanólico do caroço da manga não afeta os parâmetros de qualidade da carne de frangos de corte e quando adicionado a partir de 600 ppm aumenta a capacidade antioxidante da carne medida pelo método ABTS.

Palavras-chave: Extratos Vegetais. Malonaldeído. Mangiferina. Radicais Livres.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the inclusion of different levels of ethanolic extract of mango seed in the ration on the levels of phenolic compounds, on antioxidant activity and on meat quality of broiler chickens. For this, samples of the breast meat

of chickens slaughtered at 42 days old were used at the end of the performance test. Initially, 756 one-day-old male chicks of the Ross 308 line were distributed in a completely randomized experimental design with seven treatments and six replicates of eighteen birds. The treatments consisted of: ration without addition of antioxidant (control); with addition of 200 ppm of the antioxidant Butylated hydroxytoluene (BHT); and ration with 200, 400, 600, 800 or 1000 ppm of ethanolic extract of the mango seed. There was no significant difference for the values of phenolic compounds, antioxidant activity of the meat by the DPPH method, lipid stability of the meat measured by the value of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and the parameters of shear force, water loss on cooking, coloration and pH of the meat. However, by the free radical ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)) method, the breast meat of broilers fed diets containing ethanolic extract from the mango seed (EEMS) from 600 ppm presented higher antioxidant capacity when compared to the meat of the birds fed the control diet. However, there was no significant difference between the use of synthetic antioxidant BHT and the addition of EEMS at different levels. The addition of the ethanolic extract from the mango seed does not affect the meat quality parameters of broilers and when added a greater than or equal to 600 ppm dose increases the antioxidant capacity of the meat measured by the ABTS method.

Keywords: Plant Extracts. Malonaldehyde. Mangiferin. Free Radicals.

INTRODUÇÃO

Os frangos de corte podem ser expostos naturalmente a uma multiplicidade de estressores de longo e curto prazo durante sua vida, com destaque para o transporte, superlotação, calor, manuseio, vacinações e possíveis infecções (FARAHAT *et al.*, 2016).

Esses estressores podem estimular a geração excessiva e contínua de radicais livres acima dos níveis normais, que podem potencialmente induzir lesões às estruturas moleculares celulares, aumentar a incidência de peroxidação lipídica, prejudicar o desempenho e dificultar a resposta imunológica. Além disso, a oxidação pode continuar no músculo e tecido adiposo após abate e levar a uma diminuição da vida de prateleira da carne e dos produtos cárneos (YOUNG *et al.*, 2003; SMET *et al.*, 2008).

Dessa forma, embora o organismo possa produzir antioxidantes endógenos, ou tenham um sistema antioxidante que vise reduzir os efeitos negativos da oxidação, níveis suficientes de antioxidantes dietéticos são necessários para estabilizar os radicais livres

altamente reativos e para fazer um equilíbrio entre a produção de antioxidantes e de radicais livres (PANDA; CHERIAN, 2014).

Durante várias décadas, etoxiquin (EQ), butil hidroxitolueno (BHT) e butil hidroxianisol (BHA) são utilizados como fontes de antioxidantes sintéticos em dietas para animais para preservar os alimentos, neutralizar os radicais livres e prevenir a peroxidação lipídica. No entanto, a sua utilização é controversa devido às suas propriedades de indução tumoral e efeitos adversos para a saúde, tanto em humanos como em animais (THOMPSON; TRUCH, 1988; YAMASHITA *et al.*, 2009).

Por essas razões, há uma busca contínua por compostos antioxidantes encontrados naturalmente em diferentes partes das frutas e dos vegetais para serem utilizados como redutores de radicais livres na alimentação animal.

Relatos na literatura indicam que o caroço da manga pode se tornar uma boa fonte de antioxidantes naturais (RIBEIRO *et al.*, 2008), pois contém diferentes compostos fenólicos, provitamina A na forma de β -caroteno, vitaminas C e E (PURAVANKARA *et al.*, 2000; ABDALLA *et al.*, 2007; AJILA *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2011) e um fenol glicosilxantona, sob a forma de mangiferina, com a atividade antioxidante comprovada (PURAVANKARA *et al.*, 2000; BERNADINI *et al.*, 2005; ABDALLA *et al.*, 2007; BARRETO *et al.*, 2008).

Pereira *et al.* (2011) relataram ação antioxidante semelhante a do BHT com a adição de 0,1 e 0,2% de extrato etanólico do caroço da manga diretamente em mortadelas. Segundo os autores, a ação antioxidante dos extratos etanólicos da manga pode ser atribuída à ação sinérgica de substâncias com atividade antioxidante, como os polifenóis, antocianinas, carotenoides e tocoferóis, que estão presentes nos extratos.

Além do efeito de adição direta, observa-se o potencial efeito da adição dos antioxidantes na ração dos animais, resultando também na proteção das carnes destes. Neste sentido, avaliando a utilização de extratos etanólicos da manga (casca ou caroço) na alimentação de frangos de corte, Freitas *et al.* (2012) verificaram que o extrato etanólico do caroço da manga, na dosagem de 200 e 400 ppm, retarda a oxidação lipídica da carne de frangos sendo mais eficiente o extrato a 400 ppm.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga na ração sobre os níveis de compostos fenólicos, atividade antioxidante e qualidade da carne de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal do Ceará, sob o protocolo nº 64/2016, e está em conformidade com os Princípios Éticos de Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

Inicialmente, 756 pintos machos (*Gallus gallus domesticus*) de um dia de idade, da linhagem Ross 308, foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e seis repetições de dezoito aves. Os tratamentos consistiram em: ração sem adição de antioxidante (controle); ração com adição de 200 ppm do antioxidante butilato de hidroxitolueno (BHT); e ração com 200, 400, 600, 800 ou 1000 ppm de extrato etanólico do caroço da manga.

Foram formuladas rações experimentais isonutrientes (Tabela 7) para as fases inicial (1 a 21 dias de idade), de crescimento (22 a 35 dias de idade) e final (36 a 42 dias de idade) (Tabela 7). Na formulação, foram considerados os valores de composição dos alimentos, conforme Rostagno *et al.* (2011), e as exigências nutricionais das aves em cada fase, segundo recomendações do manual de manejo da linhagem (AGROSS, 2004). O ingrediente inerte da ração foi substituído, de acordo com os tratamentos, pelos antioxidantes.

Tabela 7. Composição percentual e nutricional calculada das rações controle¹ para frangos de corte, de acordo com a idade

Ingredientes	Idade (dias)		
	1 a 21	22 a 35	36 a 42
Milho	56,61	61,51	63,66
Farelo de soja (45%)	36,50	31,44	28,47
Óleo de soja	2,70	3,31	4,34
Fosfato bicálcico	1,87	1,65	1,56
Calcário calcítico	0,92	0,83	0,79
Sal comum	0,43	0,41	0,38
DL – metionina	0,30	0,25	0,26
L- lisina	0,27	0,21	0,28
Suplemento mineral e vitamínico ²	0,20	0,20	0,10
Inerte ³	0,10	0,10	0,10
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05
Anticoccidiano	0,05	0,05	0,00
Composição nutricional e energética calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.100	3.200
Proteína bruta (%)	21,40	19,41	18,31
Matéria Seca (%)	88,67	88,64	88,70
FDA (%)	4,85	4,62	4,45
FDN (%)	11,78	11,67	11,52
Cálcio (%)	0,92	0,82	0,78
Fósforo disponível (%)	0,46	0,41	0,39
Sódio (%)	0,19	0,18	0,17
Cloro (%)	0,30	0,30	0,28
Lisina total (%)	1,36	1,18	1,16
Metionina + cistina total (%)	0,95	0,85	0,83
Metionina total (%)	0,60	0,53	0,53
Treonina total (%)	0,83	0,76	0,71
Triptofano total (%)	0,26	0,24	0,22

¹Controle – ração sem antioxidante; ²Níveis de garantia por Kg do produto: Vitamina A (min) 5.500.000 UI, Vitamina B1 (min) 500mg, Vitamina B12 (min) 7.500mcg, Vitamina B2 (min) 2,502mg, Vitamina B6 (min) 750mg, Vitamina D3 (min) 1.000.000 UI, Vitamina E (min) 6.500 UI, Vitamina K3 (min) 1.250mg, Biotina (min) 25mg, Niacina (min) 17,5g, Ácido fólico (min) 251 mg, Ácido pantotênico (min) 6.030mg, Cobalto (min) 50mg, Cobre (min) 3.000mg, Ferro (min) 25g, Iodo (min) 500mg, Manganês (min) 32,5g, Selênio (min) 100.05mg, Zinco (min) 22,49g; ³Inerte - Areia lavada.

O resíduo da manga, constituído de caroços, foi obtido a partir da extração da polpa e adquirido na forma *in natura* em uma empresa de beneficiamento da fruta. Foi desidratado, em processo de pré-secagem, onde foi exposto ao sol sobre uma lona plástica, durante um período de oito horas. Posteriormente, foi realizada a secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 48 horas. Durante todo o período de secagem, o material foi

revolvido duas vezes ao dia para facilitar a desidratação e evitar o surgimento de fungos. Depois de seco o material foi triturado.

A preparação dos extratos naturais do caroço da manga foi realizada no Laboratório de Extração de Produtos Naturais (LAEX) localizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), pelo método de extração a frio utilizando os solventes orgânicos hexano e etanol (BARRETO *et al.*, 2008).

Inicialmente, o resíduo triturado foi colocado em recipientes de vidro onde permaneceu submerso em hexano por um período de sete dias a temperatura ambiente. Em seguida, o hexano foi removido e submetido à evaporação em evaporador rotativo a 50°C, rotação de 60 rpm e pressão reduzida para obtenção do extrato hexânico e da recuperação do solvente, utilizado para re-extração por mais duas vezes com as mesmas condições da extração inicial. Os extratos hexânicos obtidos nas três extrações foram descartados e os resíduos utilizados para extração etanólica nas mesmas condições descritas para extração hexânica. O extrato etanólico obtido foi acondicionado em recipiente de vidro e identificado para posterior utilização.

Foram retiradas alíquotas do extrato para avaliação do potencial antioxidante, atividade antioxidante total e determinação de compostos fenólicos (Tabela 8), onde o butilato de hidroxitolueno (BHT) foi utilizado como padrão. O potencial antioxidante do extrato foi avaliado pela capacidade de sequestro do radical DPPH, de acordo com o procedimento descrito por Brand-Willians *et al.* (1995), sendo os resultados expressos em mg/L, referente à metade da concentração inibitória máxima (IC₅₀). A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada por meio do ensaio com o radical livre ABTS+(2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) e o resultado expresso em µM de capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) por g de extrato (RUFINO *et al.*, 2007). A análise dos compostos fenólicos foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu, expresso em mg de equivalente de ácido gálico (EqAG) por g de extrato (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; MUELLER-HARVEY, 2001).

Tabela 8. Potencial antioxidante, atividade antioxidante total e compostos fenólicos do extrato etanólico do caroço da manga

	DPPH ¹ (mg/L)	ABTS ² (μ M TEAC/g)	Fenólicos totais ³ (mg EqAg/g)
BHT ⁴	289,17	350,83	-
EECAR ⁵	175,66	518,68	95,50

¹DPPH - Radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil; ² ABTS - Radical 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); ³Fenólicos totais - Compostos fenólicos; ⁴BHT -Butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ⁵EECAR - Extrato etanólico do caroço de manga.

Logo após a chegada ao aviário, os pintinhos foram pesados e distribuídos, de acordo com o peso, nos diferentes tratamentos, de modo a se obter parcelas com o mesmo peso médio, conforme as recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) para a montagem de ensaios com aves. Em cada boxe foram alojadas 18 aves, que foram criadas em piso coberto com cama de raspa de madeira em uma espessura de 10 cm.

Como cuidado inicial, nos primeiros dias de vida, foi utilizado o aquecimento elétrico. Com o objetivo de manter a temperatura adequada e evitar correntes de ar, foram instaladas cortinas de polietileno em volta do galpão, cujo manejo foi realizado observando-se o comportamento das aves.

A iluminação artificial do galpão foi realizada com lâmpadas fluorescentes de 40 watts, distribuídas a uma altura de 2,40 m do piso, permitindo uma iluminação uniforme para todos os boxes. O programa de luz durante todo período experimental foi de 23 h luz (natural + artificial)/dia, com o objetivo de estimular o consumo de ração.

Os pintos vieram vacinados do incubatório contra Marek e Gumboro. Durante todo o período experimental, os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados. Os registros foram realizados com o uso de dataloggers, sendo registradas as médias da temperatura e umidade relativa do ar de 28,34°C e 74,26%, respectivamente.

Durante todo o experimento, a ração e a água foram fornecidas à vontade. A água foi oferecida em bebedouros pendulares e a ração em comedouros tubulares.

Ao final do período experimental (42 dias de idade), duas aves de cada parcela com o peso médio semelhante ao da parcela foram selecionadas para abate. Após jejum alimentar de 6 horas, as aves foram eutanasiadas, com eletronarcose seguida de sangria, depenadas e evisceradas. Em seguida, procedeu-se a retirada do peito inteiro com ossos, os quais foram acondicionados em sacos de plástico identificados, colocados em isopor com gelo e transportados para o Laboratório de Processamento de Carnes e Pescado, do Departamento de

Tecnologia de Alimentos, da UFC. O peito de cada ave foi dividido ao meio e, em seguida, procedeu-se a desossa. Cada metade foi embalada a vácuo, em saco de plástico devidamente identificado. Assim, de cada ave, foram obtidas duas porções de peito, o que totalizou quatro porções por repetição. As duas metades direitas de cada parcela foram utilizadas na determinação do valor de compostos fenólicos, atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e peroxidação da carne (TBARS). As duas porções esquerdas foram utilizadas para a determinação da qualidade da carne (perda de água por cocção, força de cisalhamento, cor e pH).

A análise dos compostos fenólicos foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu, expresso em mg de equivalente de ácido gálico (EqAG) por g de extrato (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; MUELLER-HARVEY, 2001).

O potencial antioxidante foi avaliado pela capacidade de sequestro do radical DPPH, de acordo com o procedimento descrito por Brand-Willians *et al.* (1995), sendo os resultados expressos em mg/L, referente a metade da concentração inibitória máxima (IC50).

A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada por meio do ensaio com o radical livre ABTS+(2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) e o resultado expresso em μM de capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) por g de extrato (RUFINO *et al.*, 2007).

As análises do valor de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), de cada amostra, foram realizadas em duplicata, por meio da técnica descrita por Witte *et al.* (1970). Em tubo de boca larga, foram pesados aproximadamente 2g da amostra previamente triturada e adicionados 1mL da solução de butilhidroxitolueno (BHT) a 0,15% em etanol e 40ml da solução de ácido tricloroacético a 5% (TCA) em água destilada. O conteúdo dos tubos foi homogeneizado em um desintegrador de tecidos por 30 segundos. O homogeneizado foi centrifugado durante 10 minutos a 8.500 rpm a 4°C e filtrado em papel de filtro. O filtrado foi transferido para um balão volumétrico de 50ml e completado o volume com a solução de TCA. Posteriormente, 2ml do balão foram colocados em tubos de ensaio com tampa e adicionados 2mL da solução de ácido tiobarbitúrico a 0,08M (TBA). Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 50 minutos. A leitura da densidade óptica da solução foi realizada em espectrofotômetro, a 531nm. O valor de TBARS da amostra foi expresso como miligrama (mg) de malonaldeído por quilograma (kg) de carne.

As perdas de água durante a cocção foram determinadas segundo Cason *et al.* (1997), em que amostras de carne do peito foram pesadas, identificadas, e embaladas em sacos plásticos, seladas e submetidas a cozimento em banho-maria a 85°C por 25 minutos. Após este

procedimento, as amostras foram retiradas do banho-maria, resfriadas em temperatura ambiente, desembaladas e pesadas novamente, sendo que a diferença entre o peso inicial e final das amostras correspondeu as perdas durante a cocção em relação ao peso inicial.

Para as análises de força de cisalhamento, amostras cozidas cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro foram cortadas a partir dos cubos, oriundos das análises de perda de água durante a cocção, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares utilizando lâmina de corte em V, com espessura de 1,01 cm e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro Warner-Bratzler® (*G-R Electrical Manufacturing Company*, Manhattan-KS, USA), de acordo com metodologia de Froning e Uijttenboogaart (1988). Os resultados foram obtidos e apresentados em quilograma-força (kgf/cm²).

As medidas de cor no peito foram realizadas na face ventral do filé, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra para cada sistema de cor, nas mesmas amostras da determinação de pH, sendo utilizado o colorímetro Konica Minolta CR10 (Osaka, Japão) e os resultados foram expressos em L* (luminosidade), a* (componente vermelho – verde), b* (componente amarelo – azul), c* (pureza ou saturação da cor) e h (nuance da cor) do sistema de cor CIELAB.

A determinação do pH foi realizada diretamente no filé do peito das aves com auxílio do potenciômetro Sentron 1001, após 24 horas *post mortem*. O ponto de incisão do eletrodo foi na parte cranial ventral do filé, conforme descrito por Boulianne e King (1995).

A análise estatística foi realizada utilizando o “*Statistical Analyses Sistem*” (SAS, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância segundo um modelo inteiramente casualizado. Para determinar o melhor nível de inclusão do extrato nas rações, os dados dos tratamentos que contenham os diferentes níveis de extrato (200 até 1000ppm) foram submetidos à análise de regressão. Também foi realizada a comparação de médias entre todos os tratamentos pelo teste SNK (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de compostos fenólicos totais, a capacidade antioxidante medida pelo método DPPH e a peroxidação lipídica da carne de peito dos frangos de corte alimentados com diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga (Tabela 9) não foram influenciados pelos tratamentos.

No entanto, a atividade antioxidante medida pelo método ABTS foi influenciada pelos tratamentos. Conforme a análise de regressão, houve aumento linear na capacidade antioxidante da carne com o aumento da dose de EECAR na ração ($\hat{Y}=27,12+0,01X$, $R^2=0,84$). Entretanto, pelo teste de médias, observou-se que a carne do peito dos frangos alimentados com as rações contendo EECAR, a partir de 600 ppm, apresentaram maior capacidade antioxidante quando comparada à carne das aves alimentadas com a ração controle. Porém, não houve diferença significativa entre o uso de antioxidante sintético BHT e a adição de EECAR nos diferentes níveis e os resultados obtidos com a inclusão de 800 e 1000 ppm de extrato etanólico do caroço da manga não diferiram dos obtidos com níveis de 600 ppm.

Nesse contexto, a inclusão de 600 ppm de EECAR na ração de frangos de corte pode ser suficiente para aumentar a capacidade antioxidante da carne, não necessitando assim, usar doses maiores, o que representa uma vantagem do ponto de vista econômico.

Tabela 9. Compostos fenólicos, atividade antioxidante e peroxidação da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga

Tratamento	Parâmetros			
	Ácidos fenólicos (mg/ml)	DPPH (mg/L)	ABTS (μ M TEAC/g)	TBARS (mg/kg)
Controle ¹	170,37	33,80	24,44b	0,23
BHT ² , 200ppm	166,92	35,22	28,60ab	0,20
EECAR ³ , 200ppm	166,67	35,28	28,13ab	0,18
EECAR, 400 ppm	163,37	35,44	29,32ab	0,20
EECAR, 600 ppm	170,98	33,89	32,36a	0,19
EECAR, 800 ppm	172,22	35,70	33,49a	0,22
EECAR, 1000ppm	168,08	36,12	32,91a	0,18
Média	168,37	35,06	29,89	0,20
CV ⁴ (%)	13,77	10,40	13,66	22,99
ANOVA ⁵	<i>p-valor</i>			
Tratamentos	0,9972	0,9337	0,0174	0,3841
Regressão	<i>p-valor</i>			
Linear	0,7001	0,7080	0,0212	0,8078
Quadrática	0,8256	0,5350	0,4190	0,3103

¹Controle - Ração sem antioxidante; ²BHT - Butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ³EECAR - Extrato etanólico do caroço de manga; ⁴CV - Coeficiente de variação; ⁵ANOVA - Análise de variância. Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de SNK ($p<0,05$).

A peroxidação lipídica causada por altos níveis de radicais livres não só pode induzir o estresse oxidativo, aumentar o teor de malonaldeído, que é o produto final da oxidação lipídica (KIM *et al.*, 2012), mas também provocar a deterioração da carne. Além disso, a

oxidação do lipídio está intimamente relacionada com a cor da carne e o acúmulo de substâncias antioxidantes pode aumentar a estabilidade da cor da carne (FAUSTMAN; CASSENS, 1990). Assim, melhorar as propriedades antioxidantes do músculo é de grande importância para melhorar a qualidade da carne e aumentar seu tempo de armazenamento (WANG *et al.*, 2017). Estudos indicaram que a adição de antioxidantes na dieta pode aliviar os efeitos adversos do estresse oxidativo na produção de frangos de corte e melhorar a qualidade da carne de frangos de corte (GAO *et al.*, 2010).

Embora as aves do grupo controle tenham apresentado carne do peito com maior valor de TBARS, esse não foi estatisticamente diferente dos obtidos com o uso de antioxidante BHT ou EECAR nas diferentes doses. Esse resultado sobre a estabilidade lipídica da carne difere dos obtidos por Freitas *et al.* (2012) e Freitas *et al.* (2015), devido provavelmente a diferenças verificadas nos extratos utilizados. No presente estudo, a capacidade antioxidante (DPPH) e teor de fenólicos totais do extrato utilizado foi de 175,66mg/L e 95,50mg/g, respectivamente, enquanto o extrato utilizado por Freitas *et al.* (2015) apresentou valores de 108,00mg/L de capacidade antioxidante e 172,09mg/g de teor de fenólicos totais. Sabe-se que o conteúdo de substâncias ativas presentes nos aditivos fitogênicos varia consideravelmente em função da parte da planta utilizada, origens geográficas, estágio de maturidade, método e duração de conservação e armazenamento e método de extração (WINDISCH *et al.*, 2008).

Os resultados encontrados na presente pesquisa diferem dos relatados na literatura. Lee *et al.* (2015) constataram que a adição de 50 ppm de Sangrovit® (produto comercial com 1,5% de *Macleaya cordata* como composto ativo) foi capaz de aumentar a estabilidade lipídica da carne de frango, uma vez que reduziu a concentração de malonaldeído presente na coxa de aves quando comparados aos animais que receberam a dieta controle e a dieta com 10 ppm de avilamicina como promotor de crescimento. Resultados similares foram relatados por Youssef *et al.* (2016), com adição de diferentes formas de extratos de gengibre (*Zingiber officinale*) na dieta de frangos, e por Panda e Cherian (2016) com adição de *Artemísia* à ração.

Na avaliação dos parâmetros de coloração (L^* , a^* , b^*) da carne de peito em frangos de corte alimentados com diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga (Tabela 10), observou-se que não houve diferença significativa para os valores de luminosidade (L^*) e intensidade de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) da carne.

Tabela 10. Cor da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga

Tratamento	Parâmetros		
	L*	a*	b*
Controle ¹	61,90	9,67	13,80
BHT ² , 200ppm	62,09	10,11	12,99
EECAR ³ , 200ppm	62,41	10,43	13,78
EECAR, 400 ppm	62,05	10,74	12,74
EECAR, 600 ppm	63,00	10,49	12,48
EECAR, 800 ppm	64,06	9,96	12,17
EECAR, 1000ppm	61,75	10,51	12,77
Média	62,47	10,27	12,82
CV ⁴ (%)	3,93	9,76	13,73
ANOVA ⁵	<i>p-valor</i>		
Tratamentos	0,6814	0,5555	0,3451
Regressão	<i>p-valor</i>		
Linear	0,8466	0,6618	0,4639
Quadrática	0,3471	0,8989	0,6970

¹Controle - Ração sem antioxidante; ²BHT - Butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ³EECAR - Extrato etanólico do caroço de manga; ⁴CV - Coeficiente de variação; ⁵ANOVA- Análise de variância.

Na indústria alimentícia, a cor é um dos critérios cruciais que determinam a escolha dos consumidores (BAKER; GÜNTHER, 2004). Além disso, a cor da carne, que é a manifestação externa de uma variedade de mudanças fisiológicas e bioquímicas nos músculos, é o índice mais intuitivo da qualidade da carne (WANG *et al.*, 2017).

Alguns pesquisadores sugeriram que o aumento da claridade inerente à descoloração da carne de frango está relacionado à oxidação lipídica (FERNANDEZ-ET-LOPEZ *et al.*, 2005, SOARES *et al.*, 2009) e pode ser reduzida pela adição de antioxidantes em dietas de frangos de corte. O aumento acentuado do valor de L * na carne de frango está intimamente relacionado com a capacidade antioxidante total devido à relação entre o brilho da carne (valor de L *) e a atividade da fosfolipase A2, uma enzima que hidroliza os fosfolípidios (SOARES *et al.*, 2003). No entanto, no presente estudo, este efeito não foi observado provavelmente devido à ausência de diferença significativa entre os tratamentos nos valores de TBARS da carne de frango. Contudo, embora a adição de extrato tenha reduzido o valor de TBARS da carne, Freitas *et al.* (2015) não verificaram influência da adição de extrato sobre a luminosidade da carne. Wang *et al.* (2017) verificaram diminuição nos valores de brilho em carnes de frangos que receberam dietas suplementadas com 0,28% de saponinas da manga. Já Aditya *et al.* (2016) verificaram que a suplementação com extrato da cebola diminuiu o valor de L*.

O aumento dos produtos de peroxidação lipídica acelera a oxidação da oximioglobina vermelho brilhante em metamioglobina, o que dá a carne uma cor marrom escura pouco atraente (SATO; SHIKAMA, 1981). Assim, o aumento do valor a^* pode ser devido à diminuição da peroxidação muscular. No entanto, com a manutenção nos níveis de malonaldeído no presente estudo, este efeito não foi observado com a adição de diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga nas rações. Wang *et al.* (2017) verificaram aumento na intensidade de vermelho em carnes de frangos que receberam dietas suplementadas com 0,28% de saponinas da manga. Em outro estudo, Freitas *et al.* (2015) observaram aumento na intensidade de vermelho do peito armazenado (90 dias a -20°C) de frangos de corte alimentados com extrato etanólico da manga. Akbarian *et al.* (2014) constataram que a suplementação de óleos essenciais de cúrcuma ou orégano na ração de frangos de corte submetidos ao estresse por calor resultaram em efeitos positivos sobre as características da carne, como estabilização da intensidade de vermelho da carne (valor de a^*) durante o armazenamento. No entanto, Aditya *et al.* (2016) verificaram que a suplementação com extrato da cebola diminuiu o valor de a^* , constatando que o extrato da cebola e seu polifenol é prejudicial à manutenção da cor da carne de frango.

Pigmentos naturais oriundos de extratos de plantas geralmente são mais eficazes do que os sintéticos na melhoria da intensidade de amarelo da carne (CASTANEDA *et al.*, 2005). No entanto, mesmo sendo uma fonte rica em pigmentos naturais, como carotenoides e alfa-caroteno (RIBEIRO *et al.*, 2007), os diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga nas rações dos frangos de corte não foram suficientes para aumentar os valores de b^* da carne. Os resultados encontrados na presente pesquisa diferem dos relatados por Wang *et al.* (2017), que verificaram aumento nos valores de intensidade de amarelo em carnes de frangos que receberam dietas suplementadas com 0,28% de saponinas da manga e por Freitas *et al.* (2015), que observaram que adições de 200 ppm BHT e 400 ppm de extrato etanólico da casca da manga nas rações de frango de corte aumentaram o teor de amarelo na carne com 60 dias de armazenamento a -20°C .

Os resultados obtidos para força de cisalhamento, perda de água na cocção e pH indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 11).

Tabela 11. Qualidade da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga

Tratamento	Parâmetros		
	Força de cisalhamento (kgf)	Perda de água na cocção (%)	pH
Controle ¹	3,49	25,20	5,85
BHT ² , 200ppm	4,28	25,39	5,80
EECAR ³ , 200ppm	4,24	25,86	5,88
EECAR, 400 ppm	4,56	25,53	5,90
EECAR, 600 ppm	4,35	26,76	5,92
EECAR, 800 ppm	4,02	25,41	5,76
EECAR, 1000ppm	4,54	26,23	5,91
Média	4,21	25,77	5,86
CV ⁴ (%)	26,54	12,47	4,35
ANOVA ⁵		<i>p-valor</i>	
Tratamentos	0,6907	0,9807	0,9214
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	0,9697	0,8838	0,8164
Quadrática	0,8716	0,9570	0,8256

¹Controle -Ração sem antioxidante; ²BHT -Butilato de hidroxitolueno (antioxidante sintético); ³EECAR - Extrato etanólico do caroço de manga; ⁴CV - Coeficiente de variação; ⁵ANOVA- Análise de variância.

A qualidade da carne é geralmente medida pelo pH, cor, capacidade de retenção de água e maciez. De acordo com Gaya e Ferraz (2006), a perda de água na cocção está relacionada à capacidade de retenção de água da carne e a força de cisalhamento diz respeito à maciez. A capacidade de retenção de água refere-se à capacidade do tecido muscular para manter a umidade e afeta diretamente a qualidade da carne, como gosto, textura, nível de nutrição (JUDGE *et al.*, 1981). Os consumidores consideram a maciez como um dos parâmetros mais importantes para aceitação da carne. A sensibilidade muscular é afetada por muitos fatores, como conteúdo e o estado da estrutura química do tecido conjuntivo, das miofibrilas e do retículo sarcoplásmico (WANG *et al.*, 2017).

A melhoria da textura pode ser causada pelo aumento da capacidade antioxidante, ou alterada pela capacidade de retenção de água do músculo, o que pode afetar diretamente a maciez da carne (JUDGE *et al.*, 1981). Rowe *et al.* (2004) relataram que a oxidação muscular pode inibir reversivelmente as atividades de enzimas de degradação de proteínas musculares e outras hidrolases de proteínas após a morte e, em seguida, reduzir a maciez muscular. No entanto, com a manutenção nos níveis de malonaldeído no presente estudo, estes efeitos não foram observados com a adição de diferentes níveis de extrato etanólico do caroço da manga nas rações. Dessa forma, os resultados indicam que a utilização dos extratos da manga 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.

Diferente do presente estudo, Wang *et al.* (2017) constataram que a suplementação de extrato de calêndula na dieta de frangos de corte melhorou a capacidade de retenção de água e a maciez do músculo da coxa. No entanto, não observaram efeito significativo no pH. Em outro estudo, Zhang *et al.* (2017) observaram menor perda por gotejamento em carnes de frangos que receberam dietas suplementadas com 0,28% de saponinas da manga.

CONCLUSÕES

A adição do extrato etanólico da manga não afeta os parâmetros de qualidade da carne de frangos de corte e quando adicionado a partir da dose de 600 ppm aumenta a capacidade antioxidante da carne medida pelo método ABTS.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.E.M.; DARWISH, S.M.; AYAD, E.H.E. *et al.* Egyptian mango by-product 2: antioxidante and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. **Food Chemistry**, v.103, p.1141-1152, 2007.
- ADITYA, S.; AHAMMED, M.; JANG, S. H. *et al.* Effects of dietary onion (*Allium cepa*) extract supplementation on performance, apparent total tract retention of nutrients, blood profile and meat quality of broiler chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.30, n.2, p. 229-235, 2016.
- AGROCERES ROSS. **Manual de manejo de frangos AGROSS, 2004**. Campinas: Produção e Editoração Um Design, 2004. 119 p.
- AJILA, C.M.; NAIDU, K.A.; BHAT, S.G. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, v.105, p.982-988, 2007.
- AKBARIAN, A.; MICHELIS, J.; GOLIAN, A. *et al.* Gene expression of heat shock protein 70 and antioxidant enzymes, oxidative status, and meat oxidative stability of cyclically heat-challenged finishing broilers fed *Origanum compactum* and *Curcuma xanthorrhiza* essential oils. **Poultry Science**, v.93, p.1930-1941, 2014.
- BAKER, R.; GÜNTHER, C. The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption. **Trends Food Science Technology**, v.15, p.484-488, 2004.
- BARRETO, J.C.; TREVISAN, M.T.S.; HULL, W.E. *et al.* Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.5599-5610, 2008.
- BERNARDINI, N.; FEZER, R.; CONRAD, J. *et al.* Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins, and pectin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1563-1570, 2005. 78
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel – Wissenschaft Technologie**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.
- BOULIANNE, M; KING, A. J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. **Poultry Science**, v.74, n.11, p.1693-1698, 1995.
- CASON, J.A.; LYON, C.E.; PAPA, C.M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, v.76, n.5, p.725-787, 1997.
- CASTANEDA M, HIRSCHLER E, SAMS A. Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and synthetic pigments. *Poultry Science*, v.84, p. 143-147, 2005.

FARAHAT, M.; ABDALLAH, F.; ABDEL-HAMID, T. *et al.* Effect of supplementing broiler chicken diets with green tea extract on the growth performance, lipid profile, antioxidant status and immune response. **British Poultry Science**, 2016.

FAUSTMAN C, CASSENS R. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. **Journal Muscle Foods**, v.1, p.217-243, 1999.

FERNANDEZ-LOPEZ, J.; ZHI, N.; ALESON-CARBONELL, L. *et al.* Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. **Meat Science**, v.69, p.371-380, 2005.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; TREVISAN, M.T.S. *et al.* Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1025-1030, 2012.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; PEREIRA, A.L.F. *et al.* Effect of dietary ethanol extracts of mango (*Mangifera indica* L.) on lipid oxidation and the color of chicken meat during frozen storage, **Poultry Science**, v. 94, p.2989-2995, 2015.

FRONING, G.W.; UIJTENBOOGAAR, T.G. Effect of post mortem electrical stimulation on colour, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**, v.67, p.1535-1544, 1988.

FOLIN, O.; CIOCALTEU, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. **The Journal of Biological Chemistry**, v.73, p.627-650, 1927.

GAO, J.; LIN, H.; WANG, X. *et al.* Vitamin E supplementation alleviates the oxidative stress induced by dexamethasone treatment and improves meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, p.318-327, 2010.

GAYA, L.G.; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, 2006.

JUDGE, M.; REEVES, E.; ABERLE, E. Effect of electrical stimulation on thermal shrinkage temperature of bovine muscle collagen. **Journal Animal Science**, v.52, p.530-534, 1981.

KIM, J.E.; CLARK, R.M.; PARK, Y. *et al.* Lutein decreases oxidative stress and inflammation in liver and eyes of guinea pigs fed a hypercholesterolemic diet. **Nutrition Research and Practice**, v.12, n.6, p.113-119, 2012.

LEE, K.W.; KIM, J.S.; OH, S.T. *et al.* Effects of dietary sanguinarine on growth performance, relative organ weight, cecal microflora, serum cholesterol level and meat quality in broiler chickens. **The Journal of Poultry Science**, v. 52, n.1, p.15-22, 2015.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.3-20, 2001.

OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R. *et al.* Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v.33, n.1, p.89-98, 2011.

PANDA, A.K.; CHERIAN, G. Role of vitamin E in counteracting oxidative stress in poultry. **Journal of Poultry Science**, v.51, p.109-117, 2014.

PANDA, A.K.; CHERIAN, G. Tissue tocopherol status, meat lipid stability, and serum lipids in broiler chickens fed *Artemisia annua*. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.118, 2016.

PEREIRA, A.L.F.; VIDAL, T.F.; TEIXEIRA, M.C. *et al.* Antioxidant effect of mango seed extract and butylated hydroxytoluene in bologna-type mortadella during storage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.135-140, 2011.

PURAVANKARA, D.; BOHGRA, V.; SHARMA, R.S. Effect of antioxidant principles isolated from mango (*Mangifera indica* L.) seed kernels on oxidative stability of buffalo ghee (butter-fat). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.522-526, 2000.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ J. H.; QUEIROZ, M. E. L. R. *et al.* Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.62, p.13-17, 2007.

RIBEIRO, S.M.R.; BARBOSA, L.C.A.; QUEIROZ, J.H. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. **Food Chemistry**, v.110, p.620-626, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

ROWE, L.J.; MADDOCK, K.; LONERGAN, S.M. *et al.* Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of μ -calpain. **Journal Animal Science**, v.82, p.3254-3266, 2004.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Comunicado Técnico 127, Embrapa, 2007.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p. 81

SATOH Y, SHIKAMA K. Autoxidation of oxymyoglobin. A nucleophilic displacement mechanism. **Journal of Biological Chemistry**, v.256, p.10272-10275, 1981.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. Version 8. 2.ed. Cary: SAS Institute, 2000. (CD-ROM).

SMET, K.; RAES, K.; HUYGHEBAERT, G. *et al.* Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. **Poultry Science**, v.87, p.1682-1688, 2008.

SOARES, A., L.; IDA, E. I.; MIYAMOTO, S. *et al.* Phospholipase A2 activity in poultry PSE, Pale, Soft, Exudative. **Journal of Food Biochemistry**, v.27, n.4, p.309-319, 2003.

SOARES, A. L., D. F. MARCHI, M. MATSUSHITA, P. D. *et al.* Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology** v.52, p.1513–1518, 2009.

THOMPSON, D.C.; TRUSH, M.A. Studies on the mechanism of enhancement of butylated hydroxytoluene-induced mouse lung toxicity by butylated hydroxyanisole. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v.96, p.122-131, 1988.

YAMASHITA, Y.; KATAGIRI, T.; PIRARAT, N. *et al.* The synthetic antioxidant, ethoxyquin, adversely affects immunity in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.144-151, 2009.

YOUNG, J.F.; STAGSTED, J.; JENSEN, S.K. *et al.* Ascorbic acid, alpha-tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. **Poultry Science**, v.82, p.1343-1351, 2003.

YOUSSEF, S. F.; SELIM, N. A; ABDEL-SALAM, A. F. *et al.* Evaluations of some natural antioxidant sources in broiler diets: 3-effect of different ginger extract forms and levels on broiler performance, immune response and quality of chilled and frozen meat. **Egyptian Poultry Science Journal**, v.36, p.299-317, 2016.

WANG, S.; ZHANG, L.; LI, J. *et al.* Effects of dietary marigold extract supplementation on growth performance, pigmentation, antioxidant capacity and meat quality in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal Animal Sciences**, v.30, n.1, p.71-77, 2017.

WITTE, V.C.; KRAUZE, G.F.; BAILEY, M.E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. **Journal of Food Science**, v.35, n.5, p.582-585, 1970.

ZHANG, Y.N.; WANG, J.; QI, B. *et al.* Evaluation of mango saponin in broilers: effects on growth performance, carcass characteristics, meat quality and plasma biochemical indices **Asian-Australas Journal Animal Sciences**, v.30, n.8, p.1143-1149, 2017.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O extrato etanólico do caroço da manga pode ser utilizado na alimentação de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade em níveis de até 1000 ppm de inclusão, sem que ocorram efeitos adversos no desempenho, características de carcaça e peso relativo dos segmentos do trato digestório. Contudo, influencia o metabolismo lipídico dos frangos de corte, reduzindo o colesterol plasmático total.

A adição do extrato etanólico da manga não afeta os parâmetros de qualidade da carne de frangos de corte e quando adicionado a partir da dose de 600 ppm aumenta a capacidade antioxidante da carne medida pelo método ABTS.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.E.M.; DARWISH, S.M.; AYAD, E.H.E. et al. Egyptian mango by-product 2: antioxidante and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. **Food Chemistry**, v.103, p.1141-1152, 2007.
- ADITYA, S.; AHAMMED, M.; JANG, S. H. et al. Effects of dietary onion (*Allium cepa*) extract supplementation on performance, apparent total tract retention of nutrients, blood profile and meat quality of broiler chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.30, n.2, p.229-235, 2016.
- AGROCERES ROSS. **Manual de manejo de frangos AGROSS, 2004**. Campinas: Produção e Editoração UmDesign, 2004. 119 p.
- AJILA, C.M.; NAIDU, K.A.; BHAT, S.G. et al. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, v.105, p.982-988, 2007.
- AKBARIAN, A.; MICHELIS, J.; GOLIAN, A. et al. Gene expression of heat shock protein 70 and antioxidant enzymes, oxidative status, and meat oxidative stability of cyclically heat-challenged finishing broilers fed *Origanum compactum* and *Curcuma xanthorrhiza* essential oils. **Poultry Science**, v.93, p.1930-1941, 2014.
- ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; ÇABUK, M. The effect of na essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. **South African Journal of Animal Science**, v.33, n.2, p.89-94, 2003.
- ALLEN P.C.; LYDON J; DANFORTH H. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidia infections in chickens. **Poultry Science**, v.76, p.1156-1163, 1997.
- ALVARENGA, R.R.; ZANGERONIMO, M.G.; PEREIRA, L.J. et al. Lipoprotein metabolism in poultry. **Worlds Poultry Science Journal**, v.67, p.431-440, 2011.
- AMAZZAL, L.; LAPÔTRE, A.; QUIGNON, F. et al. Mangiferin protects against 1-methyl-4-phenylpyridinium toxicity mediated by oxidative stress in N2A cells. **Neuroscience Letters**, v.418, p.159-164, 2007.
- 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.
- ARAGÃO, C. F.S. **Desenvolvimento de metodologias analíticas para padronização de extratos de *Cissampelos Sympodialis* EICHL (Milona)**. 210f. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Paraíba, 2002. 25
- ARAÚJO, B. M. **Bioatividades do extrato da folha da mangueira (*Mangifera indica*, variedade Ubá) e da mangiferina em camundongos ApoE^{-/-}**. 83f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, 2012.

ARBOS, K. A.; STEVANI, P. C.; CASTANHA, R. F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v.60, n.2, p.161-165, 2013.

AVILA-RAMOS, F.; A. PRO-MARTÍNEZ, E.; SOSA-MONTES, J. M. et al. Effects of dietary oregano essential oil and vitamin E on the lipid oxidation stability of cooked chicken breast meat. **Poultry Science**, v.91, p.505-511, 2012.

BAKER, R.; GÜNTHER, C. The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption. **Trends Food Science Technology**, v.15, p.484-488, 2004.

BARRETO, J.C.; TREVISAN, M.T.S.; HULL, W.E. et al. Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.5599-5610, 2008.

BÉLTRAN, A.E.; ALVAREZ, Y.; XAVIER, F.E. et al. Vascular effects of the *Mangifera indica* L. extract (Vimang). **European Journal of Pharmacology**, v.499, p.297-305, 2004.

BERNARDINI, N.; FEZER, R.; CONRAD, J. et al. Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins, and pectin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1563-1570, 2005.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel – Wissenschaft Technologie**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

BOGOSAVLJEVIC-BOSKOVIC, S.; KURCUBIC, V.; PETROVIC, M.D. et al. The effect of sex and rearing system on carcass composition and cut yields of broiler chickens. **Czech Journal of Animal Science**, v.51, p. 31-38, 2006.

BONA, T.D.M.M.; PICKLER, L.; MIGLINO, L.B. et al. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.5, p.411-418, 2012.

BOTTING, K. J.; YOUNG, M. M.; PEARSON, A. E. et al. Antimutagens in food plants eaten by Polynesians: Micronutrients, phytochemicals and protection against bacterial mutagenicity of the heterocyclic amine 2-amino-3-methylimidazo quinoline. **Food and Chemical Toxicology**, v.37, p.95-103, 1999.

BOTSOGLOU, N.A.; FLOROU-PANERI, P.; CHRISTAKI, E. et al. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with orégano essential oil. **Archives of Animal Nutrition**, v.58, n.3, p.209-218, 2004.

BOULIANNE, M; KING, A. J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. **Poultry Science**, v.74, n.11, p.1693-1698, 1995.

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.

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

CABUK, M.; BOZKURT, M.; ALÇIÇEK, A. et al. Effect of herbal essential oil mixture on growth and internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. **South African Journal of Animal Science**, v.36, n.2, p.135-141, 2006. 57

CAMARGO-FILHO, W.P; ALVES, H. S.; MAZZEII, A.R. **Mercado de manga no Brasil: contexto mundial, variedades e estacionalidade**, Informações Econômicas, SP, v.34, p.5, 2004.

CAMPOS-ESPARZA, M.R.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, M.V.; MATUTE, C. Food and Chemical Molecular mechanisms of neuroprotection by two natural antioxidantpolyphenols. **Cell Calcium**, v.45, p.358-368, 2009.

CARVALHO, A.C.; GUEDES, M.M.; DE SOUZA, A.L. et al. Gastroprotective effect of mangiferin, a xanthonoid from *Mangifera indica*, against gastric injury induced by ethanol and indomethacin in rodents. **Planta Medica**, v.73, n.13, p.1372-1376, 2007.

CARVALHO, R.R.; PELLIZZON, C.H.; JUSTULIN, L.J.R. et al. Effect of mangiferin on the development of periodontal disease: involvement of lipoxin A4, antichemotaxic action in leukocyte rolling. **Chemical-Biological Interactions**, v.179, n.2-3, p.344-350, 2009.

CASON, J.A.; LYON, C.E.; PAPA, C.M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, v.76, n.5, p.725-787, 1997.

CASTANEDA M, HIRSCHLER E, SAMS A. Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and synthetic pigments. *Poultry Science*, v.84, p. 143-147, 2005.

CIFTCI, M.; SIMSEK, U.G.; YUCE, A. et al. Effects of dietary antibiotic and cinnamon oil supplementation on antioxidant enzyme activities, cholesterol levels and fatty acid compositions of serum and meat in broiler chickens. **Acta Veterinaria Brno**, v.79, n.1, p.33-40, 2010.

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

CHRISTAKI, E.; FLOROU-PANERI, P.; GIANNENAS, I. et al. Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. **Animal Research**, v.53, p.137-144. 2004.

COE, F. G.; ANDERSON, G. J. Screening of medicinal plants used by the Garífuna of Eastern Nicaragua for bioactive compounds. **Journal of Ethnopharmacology**, v.53, p.29-50, 1996.

CROSS, D.E.; SVOBODA, K.; MCDEVITT, R.M. et al. The performance of chickens fed diets with and without thyme oil and enzymes. **British Poultry Science**, v.44, p.18-19, 2003.

DAR, A.; FAIZI S; NAQVI, S. et al. Analgesic and Antioxidant Activity of Mangiferin and Its Derivatives: the Structure Activity Relationship. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v.28, n.4, p.596-600, 2005.

DAS, S.; NAGESHWAR RAO, B.; SATISH RAO, B.S. Mangiferin attenuates methylmercury induced cytotoxicity against IMR-32, human neuroblastoma cells by the inhibition of oxidative stress and free radical scavenging potential. **Chemical-Biological Interactions**, v.193, n.2, p.129-40, 2011.

DAS, J.; GHOSH, J.; ROY, A. et al. Mangiferin exerts hepatoprotective activity against D-galactosamine induced acute toxicity and oxidative/nitrosative stress via Nrf2–NFκB pathways. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v.260, p.35-47, 2012.

DENLI, M.; OKAN, F.; ULUOCAK, A. N. Effect of dietary supplementation of herb essential oils on the growth performance carcass and intestinal characteristics of quail (*Coturnix coturnix japonica*). **South African Journal of Animal Science**, v.34, n.3, p.174-179, 2004.

DEMIR, E.; KILINC, K. Effects of first feeding time, enzyme, thyme and garlic on growth performance and some intestinal traits in broiler chicks. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, p.328-329, 2006.

DINESHKUMAR, B.; MITRA, A.; MANJUNATHA, M. Studies on the antidiabetic and hypolipidemic potentials of mangiferin (xanthone glucoside) in streptozotocin-induced type 1 and 2 diabetic models rats. **International Journal of Advances in Pharmaceutical Science**, v.1, p.75-85, 2010.

DORMAN, H.J.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **National Center for Biotechnology Information**, v.88, p.308-316, 2000.

DUFFY C.F., SIMS M.D.; POWER R.F. Preliminary evaluation of dietary Natustat™ versus Histostat® (Nitarson) for control of *Histomonas meleagridis* in broiler chickens on infected litter. **International Journal of Poultry Science**, v.12, p.753-757, 2004.

DUFFY C.F., MATHIS G.F.; POWER R.F. Effects of Natustat™ supplementation on performance, feed efficiency and intestinal lesion scores in broiler chickens challenged with *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella*. **Veterinary Parasitology**, v.130, p.185-190, 2005.

ELDEEB, M.A.; METWALLY, M.A.; GALAL, A.E. The impact of botanical extract, capsicum (*Capsicum frutescence* L), oil supplementation and their interactions on the productive performance of broiler chicks. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, p.243-247, 2006.

ELDEEB, M.A.; METWALLY, M.A.; GALAL, A.E. The impact of botanical extract, capsicum (*Capsicum Frutescence* L), anise and molukhyia (*Corchorus olitorius*) supplementation and their interactions on productive and reproductive performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). In: WORLD'S POULTRY CONFERENCE,

2007, Sharm El-Sheikh. **Proceedings...** Sharm El-Sheikh: The Egyptian Poultry Science Association, p.455-463, 2007.

FAOSTAT. **FAO statistical Database** – Agriculture, 2004. <http://apps.fao.org>. Acessado em 2009.

FARAHAT, M.; ABDALLAH, F.; ABDEL-HAMID, T. et al. Effect of supplementing broiler chicken diets with green tea extract on the growth performance, lipid profile, antioxidant status and immune response. **British Poultry Science**, 2016.

FASCINA, V.B. **Aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em dietas de frangos de corte**. 175f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, 2011.

FAUSTMAN C, CASSENS R. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. **Journal Muscle Foods**, v.1, p.217-243, 1999.

FERNANDEZ-LOPEZ, J.; ZHI, N.; ALESON-CARBONELL, L. et al. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. **Meat Science**, v.69, p.371-380, 2005.

FRANKIC, T; VOLJC, M.; SALOBIR, J. et al. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. **Acta Agriculturae Slovenica**, v.94, n.2, p.95-102, 2009.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; TREVISAN, M.T.S. et al. Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1025-1030, 2012.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; TREVISAN, M.T.S. et al. Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.7, p.714-721, 2013.

FREITAS, E.R.; BORGES, A. DA S.; PEREIRA, A.L.F. et al. Effect of dietary ethanol extracts of mango (*Mangifera indica* L.) on lipid oxidation and the color of chicken meat during frozen storage, **Poultry Science**, v. 94, p.2989–2995, 2015.

FRONING, G.W.; UIJTENBOOGAAR, T.G. Effect of post mortem electrical stimulation on colour, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**, v.67, p.1535-1544, 1988.

FOLIN, O.; CIOCALTEU, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. **The Journal of Biological Chemistry**, v.73, p.627-650, 1927.

FUKAYAMA, E.H.; BERTECHINI, A.G.; GERALDO, A. et al. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2316-2326, 2005.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Como avaliar os efeitos do uso de probióticos, probióticos e fl ora de exclusão competitiva. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE INCUBAÇÃO, MATRIZES DE CORTE E NUTRIÇÃO, 5., 2004, Balneário de Camboriú, SC. **Anais...** Balneário Camboriú: ACAV, p.06-28, 2004.

- GARCÍA, D.; DELGADO, R.; UBEIRA, F. M. et al. Modulation of rat macrophage function by the *Mangifera indica* L. extracts Vimang and mangiferin. **International Immunopharmacology**, v.2, p.797-806, 2002.
- GARRIDO, G.; GONZÁLEZ, D.; LEMUSA, Y. et al. In vivo and in vitro anti-inflammatory activity of *Mangifera indica* L. extract (VIMANG®). **Pharmacological Research**, v.50, p.143-149, 2004.
- GAO, J.; LIN, H.; WANG, X. et al. Vitamin E supplementation alleviates the oxidative stress induced by dexamethasone treatment and improves meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, p.318-327, 2010.
- GAYA, L.G.; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, 2006.
- GAZZANEO, L.R.S.; LUCENA, R.F.P.; ALBUQUERQUE, U.P. Knowledge and use of medicinal plants by local specialists in a region of Atlantic Forest in the state of Pernambuco (Northeastern Brazil). **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v.1, n.9, p.1-8, 2005.
- GIANNENAS, I.; TZORA, A.; BONOS, E. et al. Effects of dietary oregano essential oil, laurel essential oil and attapulgate on chemical composition, oxidative stability, fatty acid profile and mineral content of chicken breast and thigh meat. **European Poultry Science**, v.80, 2016.
- GONÇALVES, F.G.; ZANINI, S.F.; SOUSA, D.R. et al. Sinergia entre aditivo vegetal e níveis crescentes de promotores de crescimento sobre o desempenho produtivo e morfometria intestinal de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 44, n.2, p.340-345, 2014.
- GOTTLIEB, M.; LEAL-CAMPANARIO, R.; CAMPOS-ESPARZA, M. R. et al. Neuroprotection by two polyphenols following excitotoxicity and experimental ischemia. **Neurobiology of Disease**, v.23, p.374-386, 2006.
- GRASHORN, M.A. Use of phytobiotics in broiler nutrition – an alternative to infeed antibiotics. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.19, p.338-347. 2010.
- GUO, F.; HUANG, C.; LIAO, X. et al. Beneficial effects of mangiferin on hyperlipidemia in high-fat-fed hamsters. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.55, n.12, p.1809-1818, 2011.
- HASHEMI, S.R.; DAVOODI, H. Phytogenics as new class of feed additive in poultry industry. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.9, p.2295-2304. 2010.
- HERNÁNDEZ, F.; MADRID, J.; GARCIA, V. et al. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. **Poultry Science**, v.83, p.169-174, 2004.
- HUBER, K.; QUEIROZ, J.H.; MOREIRA, N.V.B. et al. Caracterização química do resíduo agroindustrial da manga ubá (*mangifera indica* l.): uma perspectiva para a obtenção de antioxidantes naturais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.6, n.1, p.640-654, 2012.

IBRIR F., GREATHEAD H.M.R.; FORBES J.M. The effect of thymol/carvacrol treatments on the performance of broiler chickens infected with *Eimeria acervulina*. **Proceedings of the Nutrition Society**, p.61, 2002.

ICHIKI, H.; MIURA, T.; KUBO, M. et al. New antidiabetic compounds, mangiferin and its glucoside. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v.21, p.1389-1390, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 de fevereiro, 2015.

IRSHAD, A.; KANDEEPAN, G.; KUMAR, S. et al. Factors influencing carcass composition of livestock: a review. **Journal of Animal Production Advances**, v.3, p.177-186, 2012.
ISLAM, M.R.; MANNAN, M.A.; KABIR, M.H.B. Analgesic, anti-inflammatory and antimicrobial effects of ethanol extracts of mango leaves. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**, v.8, p.239-44, 2010.

ISLAM, M.R.; MANNAN, M.A.; KABIR, M.H.B. et al. Analgesic, anti-inflammatory and antimicrobial effects of ethanol extracts of mango leaves. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**, v.8, p.239-44, 2010.

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

JUDGE, M.; REEVES, E.; ABERLE, E. Effect of electrical stimulation on thermal shrinkage temperature of bovine muscle collagen. **Journal Animal Science**, v.52, p.530-534, 1981.

KABUKI, T.; NAKAJIMA, H.; ARAI, M. et al. Characterization of novel antimicrobial compounds from mango (*Mangifera indica* L.) kernel seeds. **Food Chemistry**, v.71, n.1, p.61-66, 2000.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. **Feed Mix**, p.19-21, 2000.

KAMEL, C. Plant extract in an integrated approach. **Feed Mix**, v.9, n.6, 2001.

KIM, J.E.; CLARK, R.M.; PARK, Y. et al. Lutein decreases oxidative stress and inflammation in liver and eyes of guinea pigs fed a hypercholesterolemic diet. **Nutrition Research and Practice**, v.12, n.6, p.113-119, 2012.

KIRKPINAR, F.; BORA ÜNL Ü, H.; ÖZDEMİR, G. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcase, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. **Livestock Science**, v.137, p.219-225, 2010.

KITTIPHOOM, S. Utilization of mango seed. **International Food Research Journal**, v.19, n.4, p.1325-1335, 2012.

KUMAR, M.; KUMAR, V.; ROY, D. et al. Application of herbal feed additives in animal nutrition -A Review. **International Journal of Livestock Research**, v.4, n.9, p.1-8, 2014.

KOO, S.I.; NOH, S.K. Green tea as inhibitor of the intestinal absorption of lipids: potential mechanism for its lipid-lowering effect. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.18, p.179-183, 2007.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; BORROTO, B. et al. Mango peels as a new tropical fibre: preparation and characterization. **Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie**, v. 29, n. 8, p. 729-733, 1996.

LEE, K.W.; EVERTS, H.; KAPPERT, H.J. 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, n.3, p.450-457, 2003.

LEE, K.W.; EVERTS, H.; BEYNEN, A.C. Essential oils in broiler nutrition. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.12, p.738-752, 2004.

LEE, K.W.; KIM, J. S.; OH, S. T. et al. Effects of dietary sanguinarine on growth performance, relative organ weight, cecal microflora, serum cholesterol level and meat quality in broiler chickens. **The Journal of Poultry Science**, v.52, p.15-22, 2015.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. Nutrition of the chicken. 4th ed. Ontario: University Books, 2001. 413p.

LEIRO, J.; ARRANZ, J. A.; YÁÑEZ, M. et al. Expression profiles of genes involved in the mouse nuclear factor-kappa B signal transduction pathway are modulated by mangiferin. **International Immunopharmacology**, v.4, p.763-778, 2004a.

LEIRO, J.M.; GARCÍA, D.; ARRANZ, J.A. et al. An Anacardiaceae preparation reduces the expression of inflammation-related genes in murine macrophages. **International Immunopharmacology**, v.4, p.991-1003, 2004b.

LEMUS-MOLINS, Y.; SÁNCHEZ-GOMES, M.V.; DELGADO-HERNÁNDEZ, R.; MATUTE, C. *Mangifera indica* L. extract attenuates glutamate-induced neurotoxicity on rat cortical neurons. **Neurotoxicology**, v.30, n.6, p.1053-1058, 2009.

LI, X.; CUI X.; SUN, X. et al. Mangiferin prevents diabetics nephropathy progression in streptozotocin-induced diabetic rat. **Phytotherapy Research**, v.24, p.893-899, 2010.

LILLEHOJ, H.S.; LEE, K.W. Immune modulation of innate immunity as alternatives-to-antibiotics strategies to mitigate the use of drugs in poultry production. **Poultry Science**, v.91, p.1286-1291, 2012.

LIMA M.R.F; XIMENES, E.C.P.A.; LUNAI, J.S. et al. The antibiotic activity of some Brazilian medicinal plants. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v.16, n.3, p.300-306, 2006.

LIN, H.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. Oxidative stress induced by corticosterone administration in broiler chickens (*Gallus gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.139, n.4, p.737-744, 2004.

LIPPENS, M.; HUYGHEBAERT, G.; SCICUTELLA, S. The efficacy of microencapsulated, gastro-resistant blends of essential oils and/or organic acids in broiler diets. In: EUROPEAN

POULTRY CONFERENCE, 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, p.359, 2006.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte.** In: _____ *Imunologia aplicada*. 2ed. Jaboticabal: Funep, FCAV/Unesp, 2008. Cap.18, p. 231-245.

MAKARE, N.; BODHANKAR, S.; RANGARI, V. Immunomodulatory activity of alcoholic extract of *Mangifera indica* L. in mice. **Journal Ethnopharmacology**, v.78, p.133-137, 2001.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M. DE; CASTELLANI, D. C. et al. **Plantas medicinais.** Viçosa: Editora UFV: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 220p.

MILTENBURG, G. Extratos herbais como substitutos de antimicrobianos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, Campinas, 2000. **Anais...** Campinas: IAC, p.87-100, 2000.

MIURA, T.; FUKUTA, A.; ICHIKI, H. et al. Hypolipidemic activity of mangiferin in cholesterol-fed mice. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, Tokyo, v.18, n.3, p.119-121, 2001.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.3-20, 2001.

MURAMATSU, K.; FUKUYO, M.; HARA, Y. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v.32, p.613-622, 1986.

MURUGANANDAN, S.; GUPTA, S.; KATARINA, M. et al. Mangiferin protects the streptozotocin-induced oxidative damage to cardiac and renal tissues in rats. **Toxicology**, v.176, p.165-173, 2002.

MURUGANANDAN, S.; SRINIVASAN, K.; GUPTA, S. et al. Effect of mangiferin on hyperglycemia and atherogenicity in streptozotocin diabetic rats. **Journal Ethnopharmacol**, Limerick, v.97, p.497-501, 2005.

NAIR, P. S.; DEVI, S. C. S. Efficacy of mangiferin on serum and heart tissue lipids in rats subjected to isoproterenol induced cardiotoxicity. **Toxicology**, v.228, p.135-139, 2006.

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

NIU, Y.; LI, S.; NA, L. et al. Mangiferin decreases plasma free fatty acids through promoting its catabolism in liver by activation of AMPK. **Plos One**, v.7, n.1, p.1-8, 2012.

OETTING, L.L. **Extratos vegetais como promotores de crescimento de leitões recém-desmamados.** 66f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 2005.

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

OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R. et al. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v.33, n.1, p.89-98, 2011.

PACHÚ, C.O. **Processamento de plantas medicinais para obtenção de extratos secos e líquidos**, Campina Grande, 2007. 102f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

PANDA, A.K.; CHERIAN, G. Role of vitamin E in counteracting oxidative stress in poultry. **Journal of Poultry Science**, v.51, p.109-117, 2014.

PANDA, A.K.; CHERIAN, G. Tissue tocopherol status, meat lipid stability, and serum lipids in broiler chickens fed *Artemisia annua*. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.118, p.0000-0000, 2016.

PARASKEUAS V.; FEGEROS, K.; PALAMIDI, I. et al. Growth performance, nutrient digestibility, antioxidant capacity, blood biochemical biomarkers and cytokines expression in broiler chickens fed different phytogetic levels. **Animal Nutrition Journal**, 2017.

PARDO-ANDREU, G.L.; DELGADO, R.; VELHO, J.A. et al. Mangiferin, a natural occurring glycosyl xantone, increases susceptibility of rat liver mitochondria to calcium-induced permeability transition. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.439, p.184-193, 2005.

PARDO-ANDREU, G. L.; BARRIOS, M. F.; CURTI, C. et al. Protective effects of *Mangifera indica* L extract (Vimang), and its major component mangiferin, on ironinduced oxidative damage to rat serum and liver. **Pharmacological Research**, v.57, p.79-86, 2008.

PARMAR, S.S.; SHARMA, R.S. Use of mango seed kernels in enhancing the oxidate stability of ghee. **Asian Journal Dairy Research**, v.5, p.91-99, 1986.

PERCIVAL, S. S.; TALCOTT, S. T.; CHIN, S. T. et al. Neoplastic transformation of BALB/3T3 cells and cell cycle of HL-60 cells are inhibited by mango (*Mangifera indica* L.) juice and mango juice extracts. **Journal of Nutrition**, v.136, p.1300-1304, 2006.

PEREIRA, A.L.F.; VIDAL, T.F.; TEIXEIRA, M.C. et al. Antioxidant effect of mango seed extract and butylated hydroxytoluene in bologna-type mortadella during storage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.135-140, 2011.

PLACHA, I.; TAKACOVA, J.; RYZNER, M. 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. Influence of dietary spices or their active principles on digestive enzymes of small intestinal mucosa in rats. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.47, p.55-59, 1996.

PRABHU, S.; JAINU, M.; SABITHA, K. E. et al. Role of mangiferin on biochemical alterations and antioxidant status in isoproterenol induced myocardial infarction in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.11, n.107, p.126-133, 2006.

PRABHU, S.; NARAYAN, S.; DEVI, S.S.C. Mechanism of Protective Action of Mangiferin on Suppression of Inflammatory Response and Lysosomal Instability in Rat Model of Myocardial Infarction. **Phytotherapy Research**, v.23, p.756-760, 2009. 36

PRASAD, S.; KALRA, N.; SHUKLA, Y. Hepatoprotective effects of lupeol and mango pulp extract of carcinogen induced alteration in Swiss albino mice. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.51, n.3, p.352-359, 2007.

POLAT, U.; YESILBAG, D.; EREN, M. Serum biochemical profile of broiler chickens fed diets containing rosemary and rosemary volatile oil. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, v.5, n.13, p.23-30, 2011.

PURAVANKARA, D.; BOHGRA, V.; SHARMA, R.S. Effect of antioxidant principles isolated from mango (*Mangifera indica* L.) seed kernels on oxidative stability of buffalo ghee (butter-fat). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.522-526, 2000.

RAO, S.B.S.; SREEDEVI, M.V; RAO, B.N. Cytoprotective and antigenotoxic potential of Mangiferin, a glucosylxanthone against cadmium chloride induced toxicity in HepG2 cells. **Toxicology**, v.47, p.592-600, 2009.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ J. H.; QUEIROZ, M. E. L. R. et al. Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**. 62:13-17, 2007.

RIBEIRO, S. M. R.; BARBOSA, L. C. A.; QUEIROZ, J. H. et al. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. **Food Chemistry**. 110:620-626, 2008.

RIZZO, P.V.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C. et al. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.801-807, 2010.

RODEIRO, I.; DONATO, M.T.; MARTÍNEZ, I. et al. Potential hepatoprotective effects of new Cuban natural products in rat hepatocytes culture. **Toxicology in Vitro**, p.1242-1249, 2008.

ROSS, R. Atherosclerosis is an inflammatory disease. **American Heart Journal**, v.138, p.419-420, 1999.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

ROWE, L.J.; MADDOCK, K.; LONERGAN, S.M. et al. Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of μ -calpain. **Journal Animal Science**, v.82, p.3254-3266, 2004.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. et al. **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Comunicado Técnico 127, Embrapa, 2007.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SALEH, H.; GOLIAN, A.; KERMANSHAHI, H. et al. Effects of dietary α -tocopherol acetate, pomegranate peel, and pomegranate peel extract on phenolic content, fatty acid composition, and meat quality of broiler chickens. **Journal of Applied Animal Research**, v.45, n.1, p.629-636, 2017.

SARKAR A.; SREENIVASAN, Y.; RAMESH, G.T. et al. β -D-Glucoside Suppresses Tumor Necrosis Factor-induced Activation of Nuclear Transcription Factor κ B but Potentiates Apoptosis. **The Journal of Biological Chemistry**, v.279, n.32(6), p.3768-3781, 2004.

SATO, T.; KAWAMOTO, A.; TAMURA, A. et al. Mechanism of antioxidant action of pueraria glycoside (PG)-1 (an isoflavonoid) and mangiferin (a xanthonoid). **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v.40, p.721-724, 1992.

SANCHEZ, G.M.; RE, L.; GIULIANI, A. et al. Protective effects of *Mangifera indica* L. extract, mangiferin and selected antioxidants against TPA-induced biomolecules oxidation and peritoneal macrophage activation in mice. **Pharmacological Research**, v.42, p.565-573, 2000.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v.30, n.12, p.3875-3883, 1991.

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

SINGH, D.K., BANERJEE, S.; PORTER, T.D. Green and black tea extracts inhibit HMG-CoA reductase and activate AMP kinase to decrease cholesterol synthesis in hepatoma cells. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.20, p.816-822, 2009.

SREERAMA, Y.N.; NEELAM, D.A.; SASHIKALA, V.B. et al. Distribution of nutrients and antinutrients in milled fractions of chickpea and horse gram: seed coat phenolics and their distinct modes of enzyme inhibition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, n.7, p.4322-4330, 2010.

SHARMA, L. D.; BAHGA, H. S.; SRIVASTAVA, P. S. In vitro anthelmintic screening of indigenous medicinal plants against *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803) Cobbold, 1898 of sheep and goats. **Indian Journal of Animal Research**, v.5, p.33-38, 1971.

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

SINGH, Y. N. Traditional medicine in Fiji. Some herbal folk cures used by Fiji Indians. **Journal of Ethnopharmacology**, v.15, p.57-88, 1986.

SMITH, D. M.; HARBORNE, J.B. Xanthonenes in the Appalachian Asplenium complex. **Phytochemistry**, v.10, p. 2117-2119, 1971.

SOARES, A., L.; IDA, E. I.; MIYAMOTO, S. et al. Phospholipase A2 activity in poultry PSE, Pale, Soft, Exudative. **Journal of Food Biochemistry**, v.27, n.4, p.309-319, 2003.

SOARES, A. L., D. F. MARCHI, M. MATSUSHITA, P. D. et al. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology** v.52, p.1513–1518, 2009.

SOLÍS-FUENTES, J.A.; DURÁN-DE-BAZÚA, M.C. Mango seed uses: thermal behavior of mango seed almond fat and its mixtures with cocoa butter. **Bioresource Technology**, v.92, n.1, p.71-78, 2004.

SOLTANI, M.; TABEIDIAN, S.A.; GHALAMKARI, G. et. al. Effect of dietary extract and dried aerial parts of *Rosmarinus officinalis* on performance, immune responses and total serum antioxidant activity in broiler chicks. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v.6, n.3, p.218-222, 2016.

SOUZA, M. S. B.; VIEIRA, L.M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal Food Technology**, v.14, n.3, p.202-210, 2011.

SREERAMA, Y.N.; NEELAM, D.A.; SASHIKALA, V.B. et al. Distribution of nutrients and antinutrients in milled fractions of chickpea and horse gram: seed coat phenolics and their distinct modes of enzyme inhibition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, n.7, p.4322-4330, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. Version 8. 2.ed. Cary: SAS Institute, 2000. (CD-ROM).

SULTANBAWA, M.U.S. Xanthonoids of tropical plants. **Tetrahedron**, v.36, p.1465-1506, 1980.

THOMA, M., VINATORU, M., PANIWNKY, L. et al. Investigation of the Effects of Ultrasound on Vegetal Tissues During Solvent Extraction, **Ultrasonics Sonochemistry**, v.8, p.137-142, 2001.

THOMKE, S.; ELWINGER, K. Growth promotants in feeding pigs and poultry. I. Growth and feed efficiency responses to antibiotic growth promotants. **Annales de Zootechnie**, v.47, p.85-97, 1998.

THOMPSON, D.C.; TRUSH, M.A. Studies on the mechanism of enhancement of butylated hydroxytoluene-induced mouse lung toxicity by butylated hydroxyanisole. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v.96, p.122-131, 1988.

UTIYAMA, C.E. **Utilização de agentes antimicrobianos, probióticos, prebióticos e extratos vegetais, como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados**. 94f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

VIEIRA, P.A.F.; QUEIROZ, J.H.; ALBINO, L.F.T. et al. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2173-2178, 2008.

VIEIRA, P.A.F.; SOUZA, C.S.; BARBOSA, A.A. et al. Perfil lipídico sérico de frangos de corte alimentados com inclusão de farelo de resíduo de manga nas rações. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.5, p.3327-3334, 2016.

VILELA, P.S.; CASTRO, W.C.; AVELAR, S.O.C. **Análise da oferta e da demanda de frutas selecionadas no Brasil para o decênio 2006/2015**, 2006.

VINATORU, M., An Overview of the Ultrasonically Assisted Extraction of Bioactive Principles from Herbs, **Ultrasonics Sonochemistry**, v.8, p.303-313, 2001.

VISWANADH, E.K.; RAO, B.N.; RAO, B.S. Antigenotoxic effect of mangiferin and changes in antioxidant enzyme levels of Swiss albino mice treated with cadmiumchloride. **Human and experimental Toxicology**, v. 29, n.5, p.409-418, 2010.

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

YAMASHITA, Y.; KATAGIRI, T.; PIRARAT, N. et al. The synthetic antioxidant, ethoxyquin, adversely affects immunity in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.144-151, 2009.

YANISHLIEVA, N.V.; MARINOVA, E.M.; GORDON, M.H. et al. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. **Food Chemistry**, v.64, p.59-66, 1999.

YANG, Y.; IJI, P.A.; CHOCT, M. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. **World's Poultry Science Journal**, v.65, p.97-114. 2009.

YEAN SOONG, Y.; BARLOW, P.J. Antioxidante activity and phenolic contente of selected fruit seeds, **Food Chemistry**, v.88, n.3, p.411-41, 2004.

YOSHINO, K.; TOMITA, I.; SANO, M. et al. Effects of long-term dietary supplement of tea polyphenols on lipid peroxide levels in rats. **Age**, v.17, p.79-85, 1994.

YOUNG, J.F.; STAGSTED, J.; JENSEN, S.K. et al. Ascorbic acid, alpha-tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. **Poultry Science**, v.82, p.1343-1351, 2003.

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

YOUSSEF, S. F.; SELIM, N. A; ABDEL-SALAM, A. F. et al. Evaluations of some natural antioxidant sources in broiler diets: 3-effect of different ginger extract forms and levels on broiler performance, immune response and quality of chilled and frozen meat. **Egyptian Poultry Science Journal**, v.36, p.299-317, 2016.

WANG, S.; ZHANG, L.; LI, J. et al. Effects of dietary marigold extract supplementation on growth performance, pigmentation, antioxidant capacity and meat quality in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal Animal Sciences**, v.30, n.1, p.71-77, 2017.

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

WITTE, V.C.; KRAUZE, G.F.; BAILEY, M.E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. **Journal of Food Science**, v.35, n.5, p.582-585, 1970.

ZHANG, Y.N.; WANG, J.; QI, B. et al. Evaluation of mango saponin in broilers: effects on growth performance, carcass characteristics, meat quality and plasma biochemical indices **Asian-Australas Journal Animal Sciences**, v.30, n.8, p.1143-1149, 2017.

DECLARAÇÃO DE REVISÃO DE TESE

Eu, Marcelle Pereira Santos, RG 97002220124, CPF 909.519.723-91, graduada em Letras pela Universidade Federal do Ceará com Habilitação em Língua Inglesa declaro para os devidos fins ter realizado revisão e correção ortográfica de língua inglesa dos resumos da tese de doutorado que tem por título "**Extrato etanólico do caroço da manga na alimentação de frangos de corte**" de autoria de **Nadja Naiara Pereira Farias**, do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Fortaleza, 09 de abril de 2018.



Marcelle Pereira Santos

CPF 909.519.723-91

DECLARAÇÃO DE REVISÃO DE TESE

Eu, Marcelle Pereira Santos, RG 97002220124, CPF 909.519.723-91 graduada em Letras pela Universidade Federal do Ceará com Habilitação em Língua Portuguesa declaro para os devidos fins ter realizado revisão e correção ortográfica de língua portuguesa da tese de doutorado que tem por título "**Extrato etanólico do caroço da manga na alimentação de frangos de corte**" de autoria de **Nadja Naiara Pereira Farias**, do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Fortaleza, 09 de abril de 2018.



Marcelle Pereira Santos

CPF 909.519.723-91