



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA FRANGOS DE
CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO EXTRATO DE ERVA MATE**

(Ilex paraguariensis)

DANNIELLE LEONARDI MIGOTTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

BRASÍLIA/DF

JUNHO DE 2015



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA FRANGOS DE
CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO EXTRATO DE ERVA MATE
(*Ilex paraguariensis*)**

DANNIELLE LEONARDI MIGOTTO

ORIENTADORA: PROFA. DRA. ALINE MONDINI CALIL RACANICCI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 132/2015

BRASÍLIA/DF

JUNHO DE 2015

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

MIGOTTO, D. L. **Desempenho e digestibilidade dos nutrientes para frangos de corte alimentados com rações contendo extrato de Erva Mate (*Ilex paraguariensis*)**. Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2015, 79 pg. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando a reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na secretaria do programa. O autor e o orientador reservaram para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida por escrito do autor ou do orientador. Citações são estimuladas desde que citadas as fontes.

FICHA CATALOGRÁFICA

MIGOTTO, D. L. **Desempenho e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte alimentados com rações contendo extrato de Erva Mate (*Ilex paraguariensis*)**. Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2015, 79 pg. Dissertação de Mestrado.

Palavras-chave: Extrato vegetal, antioxidante natural, ganho de peso, coeficiente de metabolizabilidade.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA FRANGOS DE
CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO EXTRATO DE ERVA MATE**

(Ilex paraguariensis)

DANNIELLE LEONARDI MIGOTTO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ANIMAIS, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

APROVADA POR:

**ALINE MONDINI CALIL RACANICCI, PROFA. DOUTORA (UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA) ORIENTADORA**

FRANCISCO MORENO BERNAL, PROF. DOUTOR (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA)

**JOSÉ FERNANDO MENTEN, PROF. TITULAR (ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” – ESALQ / USP)**

BRASÍLIA, 05 DE JUNHO DE 2015.

DEDICO

*A DEUS, QUE É O RESPONSÁVEL
POR TODAS AS OBRAS REALIZADAS
EM MINHA VIDA.*

*AOS MEUS PAIS, QUE SÃO A RAZÃO
DA MINHA EXISTÊNCIA.*

A MINHA FAMÍLIA.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente tenho que agradecer a Deus que me deu a oportunidade de ter nascido em uma família maravilhosa. Ao Cleber, meu super herói, colega de profissão, companheiro, conselheiro, amigo e enfim ao melhor cargo, o de pai. A Neura, a mãe e mulher mais linda desse mundo, mulher de garra, em quem eu tanto me espelhei e continuo tomando como base para futuramente ser uma mãe perfeita, sendo que com todas as imperfeições de um ser humano consegue somente dar exemplos.

A minha irmã Danna, que sempre me ajudou, incentivou, que acredita em mim, no meu trabalho, me deu força para nunca desistir dos sonhos e dos objetivos, que está comigo em todos os momentos, sejam eles felizes e tristes.

A minha avó Benedita, amada, querida, que reza por mim todos os dias, para que eu conclua os meus objetivos e seja feliz.

Ao João Artêmio Marin Beltrame por todo o carinho e ajuda.

À orientadora, professora Doutora Aline Mondini Calil Racanicci, que é a principal responsável pelo meu sonho se concretizar, que acreditou em mim, me deu todo apoio como excelente professora doutora que é, e sempre esteve comigo em todos os momentos. Agradeço por sempre ter tido a compreensão em momentos ruins que passei e sempre pude contar com os seus conselhos e amizade.

Ao professor Doutor José Fernando Menten da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz – ESALQ / USP, que abriu as portas da ESALQ, onde pude realizar o meu experimento de desempenho tendo o apoio dos funcionários do setor. Foi mais que um privilégio poder trabalhar com o professor Menten que me ensinou e me ajudou muito. Pela pessoa e pelo profissional, tenho grande admiração e agora mais que nunca, respeito e carinho. Agradeço por toda a confiança a mim concedida, tendo livre acesso as dependências da ESALQ a qualquer momento.

Aos funcionários da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ / USP, Alexandre, Filó e Paulo que me ajudaram diariamente na condução do experimento. Foram pessoas importantes, que só agregaram.

As alunas da Pós-graduação do programa de Ciência Animal e Pastagem da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ / USP, Jaqueline Moreira, Glauca Napy e Naiara Simarro pela ajuda prestada principalmente no início e no final do experimento de desempenho. Além da companhia fora do horário de trabalho.

Ao professor Doutor Daniel Rodrigues Cardoso do Instituto de Química da USP/São Carlos - SP, que através de uma parceria financiou os insumos para a realização dos ensaios e disponibilizou o extrato liofilizado de erva mate para os experimentos. Agradeço por todos os contatos atendidos com presteza.

Ao Miacon Sbardella, grande amigo que tanto me ajudou no tempo em que passei na ESALQ e me ajuda até hoje debatendo assuntos profissionais. O meu muito obrigado por toda a dedicação e imensa amizade, que será perpétua.

Ao professor Doutor Francisco Bernal pelo excelente profissional que é, e sempre que solicitado me atendeu com muita gentileza. E me deixou muito contente com o aceite para membro da minha banca do presente trabalho.

A amiga Fabi Luigi que me ajudou em vários momentos, principalmente se fazendo presente na minha estadia em Piracicaba - SP e posteriormente me dando moradia e acolhimento no período das análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual de São Paulo, câmpus Botucatu - SP.

A professora Luci Murata com todo carinho, que me deixou a vontade para usar todas as dependências do LABEM / FAL - UnB para a execução do experimento de metabolismo.

Aos meus colegas e amigos da pós-graduação, Cristiane, Thaís, Geovana Rocha, Samara, Frederico, Carlos, Thiago, que em algum momento estiveram presentes ajudando com trabalho ou simples apoio para que tudo pudesse ser realizado.

Aos estudantes de PIBIC, Pedro, Érika e Luiza que me ajudaram em algum momento no ensaio de metabolismo.

A empresa Asa Alimentos, na pessoa do Diretor Jose Henrique Barbi pela doação das aves para o ensaio de metabolismo.

A Empresa Ajinomoto pela doação de DL-Metionina, L-Lisina para o uso na fabricação das rações experimentais.

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Animais - FAV / UnB pelo auxílio financeiro para realização das análises bromatológicas na UNESP / Câmpus Botucatu - SP, em especial ao funcionário Cristiano Araújo pelo carinho prestado as solicitações.

Ao Decanato de Pós-graduação (DPP) da UnB junto a FINATEC pelo auxílio financeiro para a apresentação do resumo em forma de pôster no Poultry Science Association Annual Meeting 2014 / Texas - USA.

A Capes pela bolsa de estudo do mestrado.

Sonhos inúmeras vezes são apenas pensamentos retraídos e as vezes algo inalcançável, porém quando estamos ao lado de pessoas que à todo momento agregam valores positivos, alguns desse sonhos se tornam realidade.

Portanto, muito obrigada a todos!!

**"A experiência nunca falha,
apenas as nossas opiniões falham,
ao esperar da experiência aquilo
que ela não é capaz de oferecer."**

Leonardo da Vinci

ÍNDICE

Capítulos e Sub-Capítulos	Páginas
RESUMO	Xii
ABSTRACT	Xiv
LISTA DE ILISTRAÇÕES	Xv
LISTA DE TABELAS	Xvii
CAPÍTULO 1 - Antioxidantes naturais como aditivos na alimentação de frango de corte	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 PROBLEMÁTICA E RELEVÂNCIA	2
3 OBJETIVO	3
4 REVISÃO DE LITERATURA	4
4.1 Oxidação lipídica	4
4.1.1 Consequências da oxidação lipídica	8
4.2 Antioxidantes	10
4.2.1 Antioxidantes Sintéticos	12
4.2.2 Antioxidantes Naturais	14
4.2.2.1 Vitamina E	16
4.2.2.2 Erva Mate	18
4.2.2.2.1 Composição e Benefícios	20
CAPÍTULO 2 - Avaliação do desempenho e dos coeficientes de metabolizabilidade em frangos de corte com suplementação de antioxidantes naturais.	25
1 RESUMO	25
2 ABSTRACT	27
3 INTRODUÇÃO	29

4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 Obtenção do extrato de Erva Mate	31
4.1.1 EXPERIMENTO 1 - ENSAIO DE DESEMPENHO	35
4.1.2 Instalações Experimentais	35
4.1.3 Manejo do Galpão e dos Animais Experimentais	36
4.1.4 Rações e Tratamentos Experimentais	40
4.1.5 Análise Estatística	45
4.2 EXPERIMENTO 2 - ENSAIO DE METABOLISMO	45
4.2.1 Rações e Tratamentos Experimentais	46
4.2.2 Manejo das Aves e Coleta Total de Excretas	49
4.2.3 Composição Bromatológica	51
4.2.4 Coeficiente de Metabolizabilidade, EMA e EMAn	52
4.2.5 Análise Estatística	54
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5.1 EXPERIMENTO DE DESEMPENHO	55
5.2 METABOLIZABILIDADE DOS NUTRIENTES	61
6 CONCLUSÃO	64
CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	77
ANEXO 1	78

RESUMO

DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO EXTRATO DE ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS*)

ALUNO: DANNIELLE LEONARDI MIGOTTO¹

ORIENTADOR: DR^a ALINE MONDINI CALIL RACANICCI¹

¹- UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB

A erva mate (*Ilex paraguaiensis*) é uma planta muito usada em vários países sul-americanos para preparar bebidas através de uma infusão aquosa de folhas secas e talos moídos. Esta bebida é saboreada por seu sabor amargo e apresenta propriedades relatadas com efeitos diurético, anti-inflamatório e estimulantes (Schinella et al., 2000). O potencial antioxidante da erva mate está provavelmente relacionado com a elevada percentagem de compostos fenólicos presentes no extrato de folhas da planta. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da inclusão de extratos liofilizados de erva-mate nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes das dietas. Para o ensaio do desempenho foram utilizados 1.400 pintos de corte fêmeas da linhagem comercial Ross 308, com um dia de vida, peso inicial de $43,65\text{g} \pm 2,40$ e distribuídos em 6 tratamentos e 6 repetições em um delineamento em blocos casualizados totalizando 36 boxes com 40 aves cada. As aves foram alimentadas *ad libitum* até os 38 dias de vida com dietas formuladas para atender às necessidades nutricionais de frangos de corte fêmeas para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, de acordo com Rostagno et al. (2011). Para a composição dos tratamentos experimentais foram incluídas diferentes concentrações do extrato liofilizado de erva mate (EM): 0; 250; 500; 750 e 1000 mg/kg e mais um controle positivo (250

mg Vit. E /kg). Os parâmetros de desempenho (peso vivo, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade) foram avaliados em seis períodos, aos 7, 14, 21, 28, 33 e 38 dias de idade. Para o ensaio de metabolismo foram utilizados 90 pintos de corte fêmeas da linhagem Cobb 500 com um dia de idade, que foram distribuídos em 15 gaiolas metabólicas com 6 aves por gaiola em um delineamento inteiramente casualizado, composto de 3 tratamentos e 5 repetições. As aves foram alimentadas *ad libitum* até os 12 dias com as mesmas dietas do ensaio de desempenho para os tratamentos contendo extrato liofilizado de erva mate (EM) nas concentrações de 0, 250 e 750 mg/kg de ração. Foi aplicado o método de coleta total de excretas durante cinco dias consecutivos (de 12 até 17 dias de idade). Para o ensaio de desempenho, apenas aos 7 dias de idade foram verificados efeitos significativos da adição dos extratos, sendo que o ganho de peso foi influenciado negativamente ($P < 0,05$) pela inclusão de 500 mg erva mate/kg de ração. As demais variáveis estudadas não apresentaram diferenças significativas, mesmo ao final dos 38 dias de idade. Os resultados médios obtidos para EMA e EMAn, assim como os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), do extrato etéreo (CMEE) e da energia bruta (CMEB) não apresentaram diferença estatística significativa ($P > 0,05$) para nenhum dos tratamentos aplicados. Em conclusão, a adição do extrato liofilizado de erva mate não melhorou o desempenho ou a digestibilidade dos nutrientes, quando adicionado às rações de frangos de corte nas concentrações estudadas.

Palavras-chave: Extrato vegetal, antioxidante natural, ganho de peso, coeficiente de metabolizabilidade.

ABSTRACT

PERFORMANCE AND DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS OF BROILERS FED WITH DIETS CONTAINING YERBA MATE EXTRACT (*ILEX PARAGUARIENSIS*)

GRADUATE STUDENT: DANNIELLE LEONARDI MIGOTTO¹

COUNSELOR: PHD ALINE MONDINI CALIL RACANICCI¹

¹- UNIVERSIDADE DE BRASILIA - UNB

Yerba mate (*Ilex paraguayensis*) is a plant commonly used in several South American countries to prepare beverages through an aqueous infusion of dried leaves and stems milled. This beverage is savored for its bitter flavor and has diuretic, anti-inflammatory and stimulant properties reported (Schinella et al., 2000). The antioxidant potential of the yerba mate is probably related to the high percentage of phenolic compounds present in leaves. The main objective of this study was to assess the effects of the addition of lyophilized extracts of yerba mate in broilers diets on performance and nutrient digestibility. A total of 1,400 one-day-old female broiler chicks Ross 308 were allocated in 36 pens with 40 broilers in randomized design blocks with 6 treatments and 6 replicates. Until 38 days of age, chicks were fed with diets formulated to meet the nutritional requirements of female chicks on pre-initial, initial, growth and final phases according to Rostagno et al. (2011), and with the inclusion of lyophilized extract of yerba mate in five different inclusion levels (0; 250; 500; 750 and 1,000 mg/kg) plus a positive control (125 mg of vit. E/kg). Average live weight, total weight gain, daily weight gain, feed intake, feed conversion and viability were assessed at 7, 14, 21, 28, 33 and 38 days of age. For the metabolism trial were used 90 one-day-old female broiler chicks Cobb 500 distributed in 15 metabolic cages with 6 animals per cage in a randomized design with 3 treatments and 5

repetitions. The broilers were fed *ad libitum* until 12 days of age with the same basal diets with two experimental treatments (250 and 750 mg of lyophilized extract of yerba mate /kg) plus a negative control with no antioxidants. It was conducted the method of total excreta collection during five consecutive days after xx days of adaptation period. For birds performance, the addition of yerba mate extract to broilers diets affected negatively ($P < 0.05$) weight gain at seven days of age, however, no effects were shown up to 38 days of age. The averages of AME and AMEn, as well as the digestibility of dry matter (DDM), crude protein (DCP), ether extract (DEE) and crude energy (DCE) did not differ significantly ($P > 0.05$) for any of the treatments used. In conclusion, the addition of yerba mate extract to broilers diets did not improved performance or digestibility of nutrients.

Keywords: Plant extract, natural antioxidant, weight gain, metabolization coefficient.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1:

Figura 1.	Bicamada lipídica das membranas celulares.....	5
Figura 2.	Moléculas de ácidos graxos saturados e insaturados.....	6
Figura 3.	Mecanismo de oxidação lipídica.....	7
Figura 4.	Mecanismo de ação dos antioxidantes primários.....	11
Figura 5.	Estrutura dos principais antioxidantes sintéticos.....	12
Figura 6.	Molécula de um tocoferol e suas diferentes estruturas.....	16
Figura 7.	Funções da Vitamina E no combate a oxidação lipídica.....	17
Figura 8.	Arbusto, galho, folhas e frutos da Erva Mate.....	19

CAPÍTULO 2:

Figura 9.	Extrato liofilizado de erva mate embalado à vácuo com embalagem protetora contra umidade e luz solar. Embalagem dupla protegendo o extrato de erva mate contra contaminação. Consistência do produto: pó com partículas extrafinas.....	30
Figura 10.	Aviário experimental da ESALQ/USP.....	34
Figura 11.	Pesagem semanal de todos os animais de cada boxe.....	36
Figura 12.	Sala de ensaio de metabolismo - LABEM/UnB.....	47
Figura 13.	Consumo das rações marcadas com adição 1% de óxido de ferro.....	48

Figura 14. Coleta total de excretas marcadas com óxido de ferro. Uso de material plástico nas bandejas.....	49
Figura 15. Bomba calorimétrica IKA C-200, Laboratório de Bromatologia, FMVZ, UNESP/Botucatu - SP.....	50

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1:

Tabela 1.	Composição aproximada do peso seco dos compostos químicos contidos na erva mate.....	20
Tabela 2.	Atividades biológicas dos compostos da erva mate.....	21
Tabela 3.	Quantidade de fenólicos contidos em diferentes plantas e as respectivas partes analisadas.....	23

CAPÍTULO 2:

Tabela 4.	Compostos fenólicos identificados no extrato e folhas da erva mate.....	32
Tabela 5.	Compostos fenólicos identificados e quantificados (mg/g) no extrato de erva mate.....	33
Tabela 6.	Médias semanais de temperaturas mínima e máxima.....	36
Tabela 7.	Composição percentual e valores nutricionais calculados para as rações da fase pré-inicial (1 a 7 dias).....	39
Tabela 8.	Composição percentual e valores nutricionais calculados para as rações da fase inicial (8 a 21 dias).....	40

Tabela 9. Composição percentual e valores nutricionais calculados para as rações da fase de crescimento (22 a 33dias).....	41
Tabela 10. Composição percentual e valores nutricionais calculados para as rações da fase final (34 a 38dias).....	41
Tabela 11. Composição percentual e valores nutricionais calculados para a fase pré-inicial (1 a 7 dias).....	45
Tabela 12. Composição percentual e valores nutricionais calculados para a fase inicial (8 a 21 dias).....	46
Tabela 13. Resultados médios de peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 7 dias de idade.....	54
Tabela 14. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 14 dias de idade.....	55
Tabela 15. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 21 dias de idade.....	55
Tabela 16. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 28 dias de idade.....	56
Tabela 17. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 33 dias de idade.....	56
Tabela 18. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 38 dias de idade.....	57

Tabela 19. Resultados médios obtidos para Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Energia Metabolizável Aparente corrigida para Nitrogênio (EMAn).....63

Tabela 20. Resultados médios obtidos para os coeficientes de metabolizabilidade da matéria-seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), do extrato etéreo (CMEE) e da energia bruta (CMEB).....63

CAPÍTULO 1

Antioxidantes naturais como aditivos na alimentação de frango de corte

1 INTRODUÇÃO

O aumento demográfico da população global impulsiona países com elevado potencial agrícola a aumentar a produção de alimentos, e os responsáveis por essa expansão são os produtores localizados em países industrializados e em desenvolvimento, que precisam igualmente de tecnologia para garantir o fornecimento de grãos e proteína de origem animal de forma segura, nutritiva, de custos razoáveis e de maneira sustentável a fim de satisfazer o veloz aumento da demanda.

Em questão de poucas décadas, o Brasil avançou muito na produção de grãos e de proteína animal, o que se tornou possível através do aumento do acesso ao conhecimento pelo produtor no campo e do uso de avanços tecnológicos para aumentar os níveis produtivos. Com o aumento da produção de grãos no país, a produção animal se torna cada vez mais acessível, pois assim podemos aumentar o mercado com a intensificação das criações. Segundo a ABPA (2014), essa tendência pode ser vista hoje na expansão da avicultura brasileira, que coloca o país na posição de maior exportador mundial de carne de frango e o terceiro maior produtor, estando atrás apenas dos Estados Unidos e da China.

Porém, esse grande aumento da necessidade de alimentos, requer um maior cuidado com a qualidade dos mesmos produzidos e o aumento na preocupação com as qualidades das rações, de suas matérias-primas e aditivos, buscando assim uma ração com melhor valor nutritivo e aditivos que melhorem as características dos produtos, como por exemplo, características físicas e químicas da carne.

Nos últimos anos, têm-se verificado um crescente interesse pela utilização de plantas ou de extratos naturais na preservação dos alimentos, principalmente carnes, através da simples adição de antioxidantes naturais ao produto cárneo ou através do fornecimento aos animais pela da dieta. Isso porque a oxidação dos lipídios da carne é o principal processo pelo qual ocorre perda de qualidade, depois da deterioração microbiana. Se suplementados às dietas na forma de antioxidantes naturais, os compostos fenólicos são absorvidos, acumulam-se nos tecidos musculares e interagem com outros antioxidantes naturais como a vitamina E, preservando eficientemente os lipídios das membranas e reforçando o *status* antioxidante do animal.

Os compostos fenólicos presentes nos antioxidantes naturais também apresentam grande quantidade de propriedades fisiológicas, tais como ação antialérgica, antiarteriogênica, antiinflamatória, antimicrobiana, antitrombótica, cardioprotetiva, vasodilatadora, emagrecedora e antidepressiva (Balasundram et al., 2006; Santos et al., 2015). A erva mate, uma planta cultivada no Sul do Brasil e muito utilizada para produzir uma bebida tradicionalmente apreciada pelo seu sabor amargo, vem sendo estudada devido às suas propriedades diuréticas, anti-inflamatórias, estimulantes e antioxidantes. A grande quantidade de compostos polifenólicos presente nas folhas parece estar relacionada com o elevado potencial antioxidante atribuído a esta planta.

2 PROBLEMÁTICA E RELEVÂNCIA

Com o elevado consumo de carne de frango, houve maior atenção e preocupação na alimentação dos animais. O uso de diversos aditivos na nutrição tem sido constantemente estudado para que possam ser melhorados ou substituídos, principalmente os sintéticos. Os aditivos sintéticos são eficientes e mais acessíveis para a compra do que os aditivos naturais, porém alguns não conferem segurança alimentar aos produtos finais, pois podem deixar resíduos

na carne, contudo, seu uso é regulamentado por agências reguladoras e pelos países exportadores na dosagem e período de utilização.

3 OBJETIVO

Avaliar os efeitos da adição de extratos liofilizados de erva mate (*Ilex paraguariensis*) como antioxidante natural nas dietas de frangos de corte sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica é um processo que ocorre constantemente no organismo, pois sempre haverá presença de radicais livres oriundos dos mais diversos processos metabólicos. O principal alvo de ataque dos radicais livres são os lipídios, que são constituídos por uma mistura de tri, di e monoacilgliceróis, ácidos graxos livres, glicolipídios, fosfolipídios, esteróis entre outras substâncias, apresentando compostos de cadeia aberta com grupos de cabeça polar e longas caudas apolares (Barreiros et al., 2006). Os lipídios são biomoléculas solúveis em solventes orgânicos, como o clorofórmio e o metanol e são insolúveis em água. Estruturalmente, os lipídios participam da estrutura das membranas biológicas (fosfolipídios, esfingolipídios, colesterol, fitosterol), das ceras (ceramida), presentes em bicamadas lipídicas (Figura 1) da membrana celular, na estrutura de órgãos especiais e da bainha de mielina cerebral (Cosgrove et al., 1987; Berset et al., 1996).

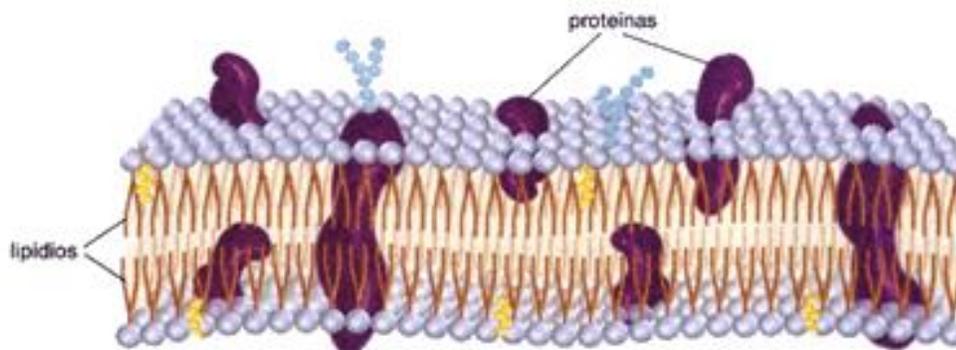


Figura 1. Bicamada lipídica das membranas celulares.

(Adaptado: <http://www.lactobacilo.com/nutrientes.htm#anchGorduraTrans>)

O ácido graxo tem um grupo carboxila na extremidade apolar e uma cadeia de hidrocarbonetos na cauda polar. Um ácido graxo encontrado em um organismo vivo contém números de par de átomos de carbono, se houver ligações duplas entre os carbonos das cadeias ele será um ácido graxo insaturado e se esse ácido apresentar apenas ligações simples ele é um ácido graxo saturado, como pode ser visto na Figura 2. Nos ácidos graxos insaturados podem ocorrer dois tipos de ligação, a *cis* e a *trans*, a diferença entre eles é a estrutura. A ligação *cis* faz uma prega na cauda de hidrocarbonetos de cadeia longa (representado na cor rosa na figura 2) e a ligação *trans* é semelhante à de um ácido graxo saturado em sua conformação semelhantemente estendida, sem curvatura (Nelson & Cox, 2008).

Por apresentarem diferentes estruturas eles serão oxidados em diferentes graus. Porém, os ácidos graxos insaturados, por apresentarem em sua estrutura maior quantidade de duplas ligações, são mais suscetíveis ao ataque dos radicais livres, sendo de mais fácil oxidação. Quando há somente ácidos graxos saturados empacotados em arranjos quase cristalinos, eles se tornam estáveis por muitas interações hidrofóbicas. No entanto, quando há presença de uma ou mais ligação *cis*, essa compactação não é bem sucedida, tornando um arranjo com a característica de apresentar interações mais fracas, sendo mais facilmente oxidada (Marzzoco & Torres, 2007; Nelson & Cox, 2008).

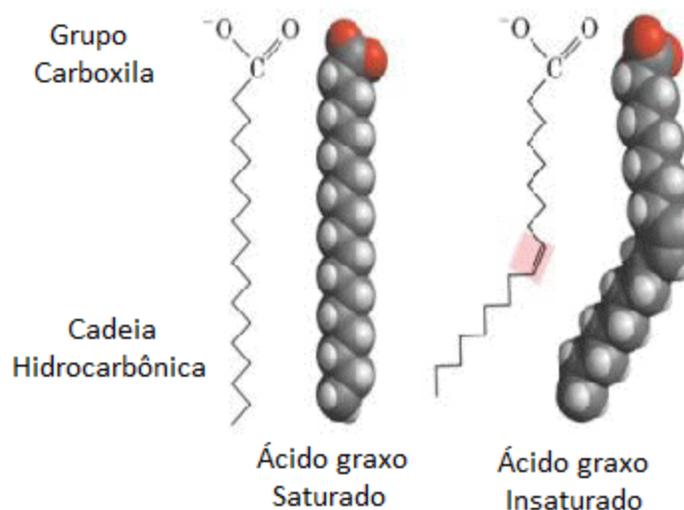


Figura 2. Molécula de ácidos graxos saturado e insaturado. (Adaptado: Nelson & Cox, 2008)

A autoxidação é o principal mecanismo de oxidação das gorduras e dos óleos (Berger et. al., 1995). Moléculas de radicais livres estarão presentes na oxidação, sendo elas orgânicas ou inorgânicas, com um ou mais átomos não pareados, com existência independente (Halliwell, 1994a). Devido a essa configuração, as moléculas de radicais livres ficam altamente instáveis, com meia-vida curta e muito reativas (Pompella, 1997).

O principal mecanismo de oxidação dos lipídios está associado à reação do oxigênio com os ácidos graxos insaturados da membrana celular ocorrendo em três etapas. A iniciação é a primeira etapa, observa-se a presença de um radical livre na célula (Figura 3), esse radical irá retirar um átomo de hidrogênio do carbono alílico, formando assim, um radical de ácido graxo insaturado em condições que podem ser favorecidas, por exemplo, pela presença de luz, calor, poluição, fumaça de cigarro, consumo de alimentos oxidados, dentre outros. A molécula de ácido graxo presente na iniciação irá se rearranjar formando um ácido graxo conjugado, na sequência, haverá a adição de um elétron extra ao oxigênio molecular (O_2) que preencherá o ácido graxo insaturado, começando outra etapa, a propagação (Toledo et al., 1985; Racanicci, 2004; Combs, 2012).

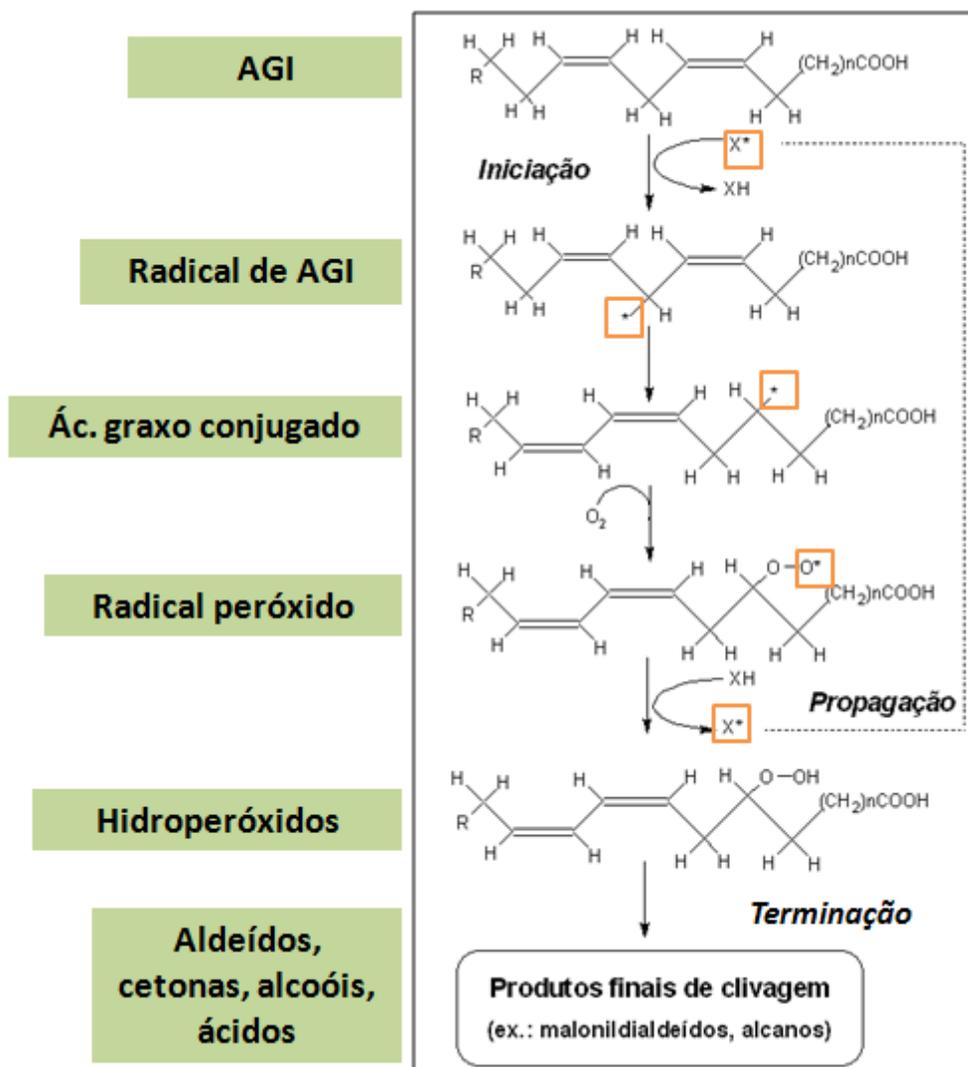


Figura 3. Mecanismo da oxidação lipídica. (Adaptada: Racanicci, 2004)

A propagação, fase na qual os radicais livres que são prontamente susceptíveis ao ataque do oxigênio atmosférico são convertidos em outros radicais, aparecendo assim, os produtos primários de oxidação, como o radical peróxido (O_2^\bullet), cuja estrutura depende da natureza dos ácidos graxos presentes (Toledo, 1985). Os radicais livres formados atuam como propagadores da reação, resultando em um processo autocatalítico. Se nesse momento houver moléculas de hidrogênio disponibilizadas por um doador, como um antioxidante, por exemplo, esse radical livre irá se estabilizar e a reação será interrompida.

A terceira etapa é a terminação, na qual acontecerá a combinação de dois radicais formando produtos estáveis, que são os produtos secundários de oxidação, como os hidroperóxidos, obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos. Os produtos finais são, por exemplo, os alcoóis, aldeídos, cetonas, alcanos e os malonaldeídos (compostos voláteis ou não), que conferem sabores e odores de rancidez aos alimentos, tornando-os impróprios para o consumo (Berger et al., 1995; Silva et al., 1999).

4.1.1 Consequências da oxidação lipídica

É vital para o crescimento e desempenho satisfatórios dos frangos de corte que os ingredientes usados no preparo das rações estejam em perfeito estado de conservação, mantendo a qualidade químico-bromatológica e física das partículas. No entanto, alimentos com valores nutricionais reduzidos devido à perda de qualidade no armazenamento são frequentemente encontrados na nutrição animal.

As dietas animais são preparadas de acordo com as especificações recomendadas para finalidade e a idade dos animais, porém invariavelmente, a qualidade dos ingredientes e a qualidade final de uma ração pode contribuir ou não para o sucesso de um lote de frangos. As linhagens de frango de corte criadas atualmente necessitam do fornecimento de uma alimentação com alta concentração energética para que expressem bem seu potencial genético. Para elevar o teor de energia das rações de frangos, os principais ingredientes utilizados são os óleos vegetais, principalmente o óleo de soja (Almeida, 2007).

Com a grande demanda mundial por farelos protéicos e óleos vegetais na produção animal, a soja destaca-se como o grão mais produzido no mundo e por atender estas duas demandas, sendo extensivamente utilizada para alimentação de aves, suínos e bovinos. O óleo recuperado por extração com solvente ou prensagem mecânica é denominado óleo bruto de soja e contém várias classes de lipídios. É constituída principalmente por lipídios neutros, que incluem mono-, di- e tri-acilgliceróis, ácidos graxos livres, e lipídios polares como os fosfolipídios (List et al., 1977).

Segundo Braga & Baião (2001), o uso do óleo de soja nas dietas animais apresenta consequente melhora na palatabilidade das rações, faz a agregação de partículas menores, diminuindo a perda de nutrientes e melhora a agregação e absorção de possíveis pigmentos e adição de vitaminas lipossolúveis, além de fornecer ácidos graxos essenciais (Junqueira et al., 2005). O óleo de soja tem outra vantagem, é um óleo rico em ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) que são absorvidos mais facilmente e, por isso, apresentam valores mais altos de energia metabolizável, o que promove melhor desempenho das aves (Dvorin et al., 1998; Gaiotto, 2004). Olumu & Baracos (1991) demonstraram que o desempenho de frangos de corte pode ser influenciado pelo tipo de suplementação lipídica.

Uma das maiores preocupações nas fábricas de rações se refere à qualidade dos óleos usados no preparo das dietas com elevada inclusão deste ingrediente, pois os resultados do fornecimento de uma ração com baixa palatabilidade resultante da oxidação lipídica são o consumo reduzido e, conseqüentemente, o baixo desempenho dos animais.

A degradação do óleo pode ser causada por oxidação lipídica, hidrólise e polimerização, pirólise de absorção de odores e sabores externos. A oxidação lipídica é um dos processos de degradação mais perceptíveis, devido à geração de sabores e odores indesejáveis, com conseqüências malélicas para a saúde dos animais e a perda da qualidade nutricional das dietas. As reações oxidativas podem ser induzidas por fatores como luz, umidade, calor, ionização, presença de metais traços, a reação dos lipídios insaturados com o oxigênio, fatores relacionados também por meios químicos, mecanismos enzimáticos, tais como a auto-oxidação, foto-oxidação e as lipoxigenases (Araújo, 2004).

Durante a degradação de lipídios, diferentes processos ocorrem simultaneamente: a oxidação de alguns compostos, a hidrólise de triglicéridios e isomerização *cis/trans* de ácidos graxos insaturados (Dobarganes & Velasco, 2002; Li et al, 2013). A predominância dos ácidos linoléico e linolênico no óleo reflete na maior ou menor estabilidade oxidativa dos AGPI (Quinteiro & Vianni, 1995).

Os produtos da oxidação são incorporados pelas membranas celulares dos tecidos hepático e adiposos alterando a permeabilidade, viscosidade e atividade secretora das células. Os radicais livres também influenciam os níveis de alfa-tocoferol nas células, esses que atuam como detoxificadora dos agentes que causam as lesões, e a redução desta substância expõe as células ao ataque dos radicais livres (Ferreira & Matsubara, 2007).

Dibner et al. (1996) constataram evidências de que o consumo de óleo oxidado na dieta pode causar danos à imunidade dos animais por consequência dos danos causados as estruturas celulares e aos tecidos. Estudo realizado com a adição óleo de vísceras de aves oxidado versus óleo de vísceras de aves fresco a ração de frango de corte, Racanicci et al. (2008) demonstraram resultados desfavoráveis do consumo de óleo oxidado para a qualidade de carne, principalmente para a carne do peito de frango, que apresentou menor estabilidade oxidativa mesmo depois de seis meses de congelamento, porém os índices zootécnicos não apresentaram diferença ($P>0,05$). Paim (2011) estudou a inclusão de gordura fresca ou oxidada e a inclusão ou não de vitamina E a dieta de frango de corte e também não obteve resultados significativos ($P>0,05$) nos índices de ganho de peso e conversão alimentar.

Em contrapartida, estudo realizado com a avaliação do consumo de óleo vegetal oxidado e óleo vegetal fresco na dieta, apresentou efeito negativo para o desempenho de frangos de corte na variável ganho de peso (Engberg et al., 1996).

4.2 ANTIOXIDANTES

Antioxidantes são definidos como “qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz” (Sies & Stahl, 1995). Outra definição seria “a capacidade de um composto adicionado em pequenas quantidades de prevenir ou retardar a oxidação de substâncias facilmente oxidáveis, que seriam os lipídios”, segundo Chipault (1962).

O uso de antioxidantes não pode ser indiscriminado. Produtos utilizados devem apresentar características desejáveis como, por exemplo: ausência de compostos que podem conferir sabor, cor e odor que modifiquem os alimentos primários; deve ser eficaz mesmo que em pequenas quantidades; ser de fácil aplicação e que os compostos e seus produtos de oxidação não sejam tóxicos, mesmo que essas doses sejam muito maiores do que normalmente seriam consumidas no alimento (Bailey, 1996).

Os antioxidantes são classificados em diversos grupos. Dentre os principais grupos, podemos encontrar os antioxidantes primários, que são os compostos fenólicos que promovem a inativação ou remoção dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação através da doação de átomos de hidrogênio aos radicais livres, interrompendo, assim, a reação em cadeia (Figura 4). Os principais antioxidantes e mais conhecidos são os sintéticos, como butil-hidroxitolueno (BHT), butil-hidroxi-anisol (BHA), terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e o propilgalato (PG), e os tocoferóis, que são classificados como naturais (Namiki, 1990; Simic & Javanovic, 1994; Bailey, 1996).

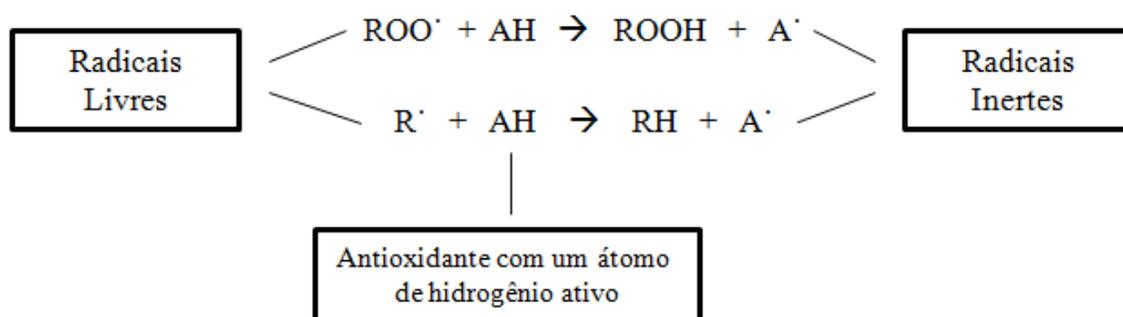


Figura 4. Mecanismo de ação dos antioxidantes primários. (Adaptada: Frankel, 1980)

Os antioxidantes sinérgicos apresentam a capacidade de atuarem juntamente com outro antioxidante para potencializar os efeitos no combate à oxidação. Os agentes quelantes complexam íons metálicos, principalmente cobre e ferro, que catalisam a oxidação lipídica, sendo os mais comuns o ácido cítrico e sais de ácido etileno diamino tetra acético (EDTA). Os antioxidantes mistos incluem compostos de plantas que têm sido amplamente estudados para uso em alimentos, entre eles estão várias proteínas hidrolisadas, flavonóides e derivados de ácido cinâmico (ácido caféico) (Belitz et al., 1988).

Os removedores de oxigênio são compostos que atuam capturando o oxigênio presente no meio, através de reações químicas estáveis tornando-os indisponíveis para atuarem como propagadores da autoxidação. Os antioxidantes biológicos são removedores de oxigênio de compostos reativos de produtos alimentícios (Labuza, 1971).

Os antioxidantes são eficientes no combate à oxidação lipídica, pois sua estrutura química os permite doar um átomo de hidrogênio em duas possíveis fases da reação de autoxidação, logo após a iniciação ou depois da reação de propagação, evitando assim, a formação dos produtos finais da autoxidação como, por exemplo, os malonaldeídos, que conferem odor e sabor desagradável aos alimentos (Combs, 2012).

4.2.1 Antioxidantes Sintéticos

Os antioxidantes primários são os principais antioxidantes sintéticos (BHA, BHT, PG e TBHQ) e os mais utilizados na indústria de alimentos, principalmente em produtos avícolas. A atividade antioxidante das moléculas deve-se a sua estrutura com a presença de um anel fenólico (Figura 5), o que permite a doação de um próton a um radical livre regenerando, assim, a molécula do acilglicerol e interrompendo o mecanismo de oxidação por radicais livres (Jayathilakan et al., 2007; Araújo, 2011)

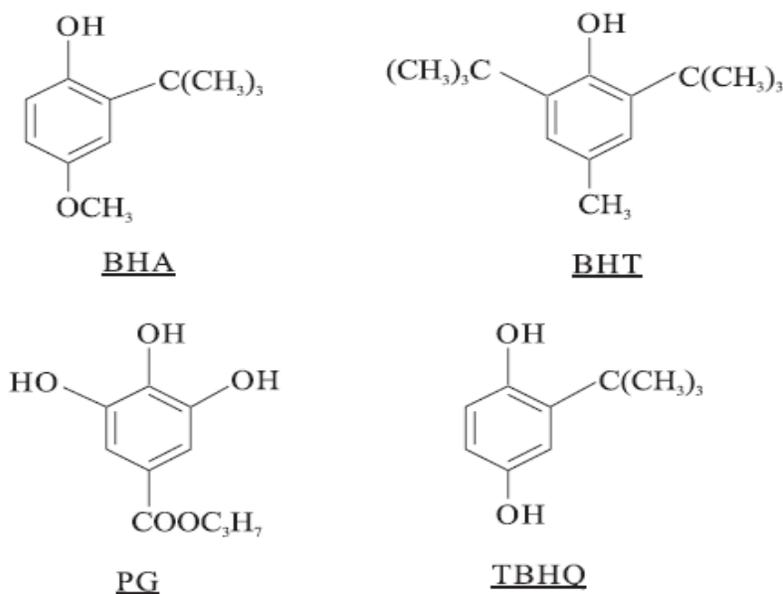


Figura 5. Estrutura dos principais antioxidantes sintéticos. Fonte: Ramalho & Jorge, 2006.

O BHT é o antioxidante mais efetivo na supressão da oxidação em gorduras animais do que em óleos vegetais, tendo propriedades similares ao BHA, porém, enquanto o BHA é um sinergista juntamente com o PG, o BHT não é sinergista. Um dos maiores problemas do uso do BHA e BHT é a possibilidade de conferir odor aos alimentos, quando aplicados em altas temperaturas como, por exemplo, em condição de fritura. PG é um éster e apresenta atividade antioxidante, mas quando usado em níveis elevados pode atuar como pró-oxidante. Para o uso em gordura animal, o TBHQ é tão efetivo quanto o BHA e mais efetivo que o BHT ou o PG (Chahine et al., 1974).

O uso dos antioxidantes sintéticos está sendo colocado em questionamento devido ao seu potencial efeito tóxico (Naveena et al., 2008). Por apresentarem diversos riscos à saúde de quem consome alimentos com adição de antioxidantes sintéticos, tem aumentado o número de pesquisas dirigidas no sentido de encontrar produtos naturais com atividades antioxidantes similares aos dos sintéticos, os quais permitirão substituir ou fazer associações entre eles, visando a maior segurança dos alimentos (Soares, 2002).

Vários efeitos negativos ao uso desses antioxidantes sintéticos foram atestados, como a redução do nível de hemoglobina, a hiperplasia de células basais (Madhavi et al., 1997) e o possível efeito carcinogênico apresentado em experimento realizado com animais. O uso contínuo de BHT e BHA podem causar riscos à saúde, tais como efeitos teratogênicos e cancerígenos em animais de laboratório e primatas (Botterweck et al., 2000)

Por estes motivos, o uso destes antioxidantes em alimentos é limitado ou proibido em diversos locais no mundo. Há restrições quanto ao uso do PG para a União Europeia (EU) e para os Estados Unidos da América (EUA), controlado pelo Association of American Feed Control Officials (AAFCO), sendo que os antioxidantes TBHQ, BHT e BHA são proibidos pela EU e de uso restrito pela AAFCO. No Brasil não há restrições para o uso do PG e TBHQ, porém há limites para o BHT e BHA (Ministério da Agricultura, 2015), conforme pode ser observado no Quadro 1.

LISTA DOS ADITIVOS AUTORIZADOS				
ADITIVOS TECNOLÓGICOS				
NOME DO ADITIVO	FUNÇÕES	ESPÉCIE/CATEGORIA ANIMAL AUTORIZADA		
PROPILGALATO	Sem restrição	EU= 100mg/kg: AAFCO: Máximo de 0,02% em gordura e óleo		
TBHQ (Terc-Butilhidroquinona)	Sem restrição	AAFCO: Máximo de 0,02% do conteúdo de gordura		É autorizada até 200mg/kg de gordura da ração completa
BHA (Butilhidroxianisol)	Máx. de 1.000mg/kg de dieta total	AAFCO: Máximo de 0,02% do conteúdo de gordura	Teor máx. de 150mg/kg de dieta total	É autorizada a mistura de BHA com Etoxiquin e BHT desde que a concentração total da mistura não exceda 150mg/kg de ração completa
BHT (Butilhidroxitolueno)	Máx. de 1.000mg/kg de dieta total	AAFCO: Máximo de 0,02% do conteúdo de gordura	Teor máx. de 150mg/kg de dieta total	É autorizada a mistura de BHA com Etoxiquin e BHT desde que a concentração total da mistura não exceda 150mg/kg de ração completa

Quadro 1. Lista dos aditivos autorizados para o uso em rações. (Adaptado de: Ministério da Agricultura, 2015)

4.2.2 Antioxidantes Naturais

Com a proibição por parte dos países desenvolvidos à adição de antioxidantes sintéticos em alimentos e rações, principalmente diante da comprovação de efeitos maléficos causados pelos principais antioxidantes sintéticos como o BHT, BHA e o T-BHQ, iniciou-se o interesse do uso de antioxidantes naturais (Durán & Padilla, 1993).

Os antioxidantes naturais podem ser extraídos das plantas e dos vegetais. As principais plantas que podemos encontrar os compostos fenólicos são ervas e especiarias, podendo ser consumidas através de infusão, como chás, ou adicionada diretamente às carnes e produtos cárneos para conferir sabor e aumentar o tempo de permanência do alimento na geladeira até ser preparado (Mariutti et al., 2009).

Os compostos fenólicos presentes nos antioxidantes naturais são responsáveis pela ação antioxidante em alimentos, e também por apresentarem grande quantidade de propriedades fisiológicas, tais como ação antialérgica, antiarteriogênica, antiinflamatória, antimicrobiana, antitrombótica, cardioprotetiva, vasodilatadora, emagrecedora e antidepressiva (Balasundram et al., 2006; Santos et al., 2015). Os compostos fenólicos apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxila, sendo que dentro desse grupo encontramos os flavonóides, ácidos fenólicos e o tocoferol (Melo & Guerra, 2002).

Os antioxidantes naturais agem assim como os sintéticos no sequestro dos radicais livres presentes nas células. O que irá especificar qual composto fenólico será o responsável pelo sequestro de radicais livres, será dependente do arranjo dos grupos funcionais ao redor da estrutura nuclear, tendo como principal característica o número e a configuração dos grupos hidroxila doadores de hidrogênio (Cao et al., 1996). Atuando, assim, como agentes redutores de radicais livres e também como desativadores de metais pró-oxidantes (Pratt, 1992).

O aumento gradativo do consumo de antioxidantes naturais em detrimento dos sintéticos, teve com parâmetro inicial implicações à saúde e funcionalidade, tais como a solubilidade em óleo e água, de interesse para emulsões em sistemas alimentares. No entanto, alguns desses antioxidantes naturais, tais como algumas especiarias e ervas aromáticas (orégano, tomilho, manjerona, lavanda, alecrim) têm aplicações limitadas, uma vez que conferem característica de modificação do sabor e mudança de odor do alimento (Reglero et al., 1999).

4.2.2.1 Vitamina E

O termo vitamina E é a representação de um grupo derivado do tocol, referentes ao tocoferol e o tocotrienol. A vitamina E exibe atividade biológica qualitativa de seus diversos tocoferóis, o α – alfa, β - beta, γ - gama e δ – delta, diferenciando-se entre si pela posição dos grupos metílicos (Figura 6). Entre os diferentes tocoferóis, o α -tocoferol é o mais eficiente no grau de absorção e armazenamento na membrana celular (Islabão, 1987).

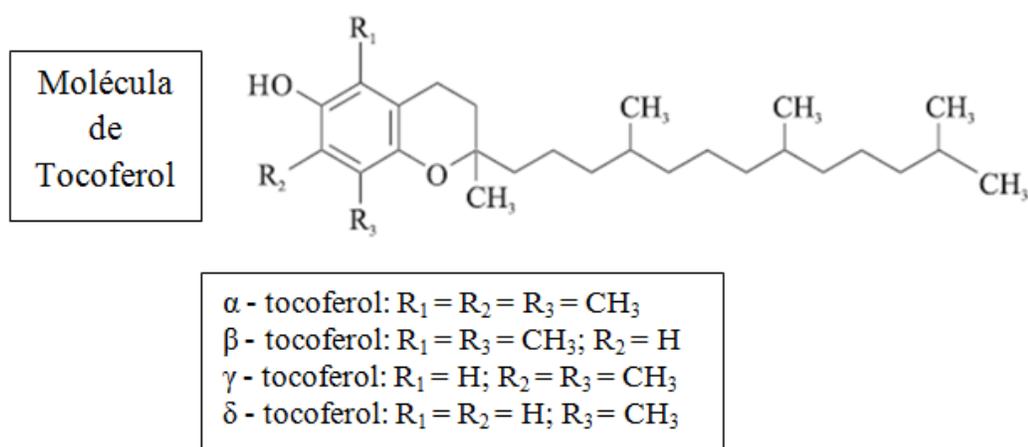


Figura 6. Molécula de um tocoferol e suas diferentes estruturas. Fonte: Ramalho & Jorge, 2006.

A vitamina E é um poderoso antioxidante natural, que se acredita ser a sua principal função bioquímica, função que está relacionada à minimização dos danos da peroxidação lipídica, protegendo contra os efeitos potencialmente prejudiciais de espécies reativas de oxigênio formadas durante o metabolismo ou que são encontrados no ambiente. *In vivo*, a vitamina E impede o estresse oxidativo, participando de um sistema multicomponente, que envolve, por exemplo, o ascórbico, a glutatona peroxidase, glutatona intracelular e as enzimas redox da glutatona redutase, que atuam como limpadores lipossolúveis de radicais livres (Figura 7) (Comb, 2012).

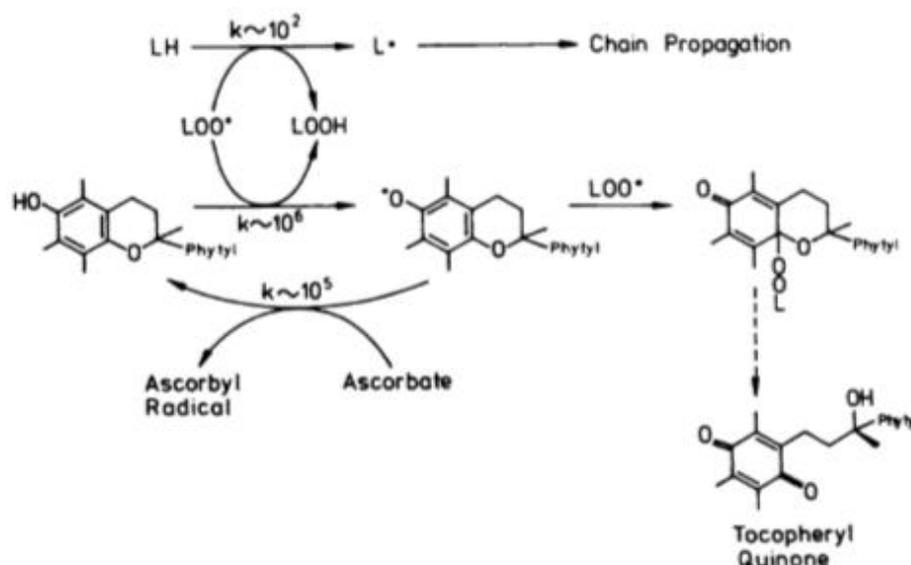


Figura 7. Função da Vitamina E no combate a oxidação lipídica. (Adaptada: Sies & Stahl, 2011)

Ainda segundo Combs (2012), a vitamina E não pode ser sintetizada pelo organismo, sendo encontrada em quantidades variáveis em plantas. Como a vitamina E é um nutriente que deve ser adicionado à dieta por não poder ser metabolizada naturalmente pelo organismo, a falta de ingestão dessa vitamina por frangos de corte acarreta no aparecimento de algumas doenças. A deficiência pode ser observada já nos primeiros dias de vida dos pintinhos pelo aparecimento de alguma das três doenças: a encefalomalácia, diátese exsudativa e distrofia muscular (Islabão, 1987).

Estudos mostram que incorporação da vitamina E na dieta de frangos de corte ajudou na estabilização dos lipídios da membrana celular dos animais (Lauridsen et al., 1997). Outro estudo apresentou resultados negativos quando havia deficiência de vitamina E na dieta, pois essa deficiência afetaria o estado redox do músculo na carne de frango (Avanzo et al., 2001). Em dietas sem adição ou com reduzida quantidade de vitamina E, verifica-se diátese exsudativa e distrofia muscular e encefalomalácea em pintos (Combs, 1991).

Em estudo realizado por Kennedy et al. (1991), a adição de vitamina E foi benéfica ao desempenho na variável ganho de peso. Raza et al. (1997) verificaram melhor conversão alimentar e maior peso corporal para as aves que foram alimentadas com 300mg/kg de dieta, sendo essas 12,2% mais pesadas que as aves que receberam 20 mg de Vit. E/kg de dieta.

Leonel (2004) encontrou resultados semelhantes para os parâmetros de desempenho ao suplementar nas dietas de frangos de corte 300mg/kg de Vit. E até os 45 dias de idade.

Em outro estudo, o aumento da vitamina E na dieta de frangos de corte resultou em melhoria significativa ($P < 0,05$) no ganho de peso das aves aos 42 dias de idade e efeito significativo foi observado para a conversão alimentar. As aves alimentadas com 750 mg de Vit. E/kg na dieta obtiveram melhor conversão alimentar ($P < 0,05$) quando comparadas às aves que receberam 250 mg de Vit. E/kg (Barreto et al., 1999).

Em contrapartida, segundo Souza et al. (2006), em ensaio realizado com frango de corte submetidos a dietas contendo diferentes níveis de vitamina E, não obtiveram diferença significativa ($P > 0,05$) para os valores médios de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, mortalidade, rendimento de carcaça, peitos e coxas. Entretanto, observou-se que o nível de suplementação de 200mg/kg de ração interferiu negativamente ($P < 0,05$) em todos os índices zootécnicos, salvo a conversão alimentar.

A suplementação de antioxidantes naturais como o α -tocoferol nas rações para frango, demonstrou aumento nas concentrações da substância presente na carne de frango e também em um maior aumento da estabilidade oxidativa na carne resfriada e congelada (Galvin et al., 1997).

4.2.2.2 Erva Mate

A erva mate, de nome científico *Ilex paraguariensis* St. Hil., é uma planta arbustiva da família Aquifoliaceae (Figura 8), nativa dos países da América do Sul como Brasil, Argentina e Paraguai (Vieira et al., 2010). As maiores florestas de cultivos comerciais ou nativas concentram-se no Brasil, distribuídas entre os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio Grande Do Sul, Santa Catarina e Paraná, com aproximadamente 80% do domínio de território e localizada em regiões de clima temperado nos outros países da América do Sul (Oliveira & Rota, 1985; Eibl et al., 2000).



Figura 8. Arbusto, galho, folhas e frutos da Erva Mate. Fonte: Rogério Lupo.

A descoberta da erva mate foi feita por povos da cultura étnica Guarani, os quais usavam as folhas e os ramos secos como chás através de infusão (Bracesco et al., 2011). A planta é conhecida em vários países da América do Sul por ser utilizada para a preparação de bebidas através de infusão aquosa de suas folhas secas e moídas. O mate é uma bebida muito apreciada pelo seu sabor amargo e por apresentar propriedades diuréticas, anti-inflamatórias e estimulantes (Schinella et al., 2000). A presença de grandes quantidades de compostos polifenólicos nas folhas da erva mate desperta o interesse no estudo das propriedades antioxidantes desta planta como antioxidante natural para humanos e animais.

4.2.2.2.1 Composição e Benefícios

O extrato da erva mate contém elevada concentração de minerais como cálcio, manganês, potássio, alumínio, fósforo e ferro. Apresenta também, vitaminas A, B₁ e B₂, C e D; proteínas; aminoácidos essenciais; açúcares como: glucose, sacarose, frutose; taninos, flavonóides, xantinas, rutina, ácidos fenólicos abundantes: ácido cafeoiquínico e clorogênicos, saponinas, ácido nicotínico (Wrobel et al., 2000; Filip et al., 2001; Bastos et al., 2007; Giulian et al., 2007; Heck & de Meija, 2007; De Moraes et al., 2009). Um dos componentes bioativos mais importantes presentes na erva mate são os polifenóis, que são antioxidantes naturais hidrofílicos, como por exemplo, os flavonóides, taninos e derivados do ácido caféico (Filip et al., 2001).

Na Tabela 1 podemos observar alguns dos compostos químicos presentes em maior abundância na planta, em matéria seca.

Tabela 1. Composição aproximada do peso seco dos compostos químicos contidos na erva mate.

Composto químico	Matéria seca (%)
Derivados Cafeoyl	10
Ácido Clorogênico	3
Ácido Caféico	0,023
3, 4 - Ácido dicafeiolquínico	0,885
3, 5 - Ácido dicafeiolquínico	3
4,5 - Ácido dicafeiolquínico	3
Saponinas	5 a 10
Xantina - Cafeína	1 a 2
Xantina - Teobromina	0,3 a 9
Rutina	0,06

Adaptado de Burris et al. 2012

O poder diurético da erva faz com que seu uso seja disseminado pelo país, pois o consumidor busca fontes medicinais de auxílio à melhora funcional física e mental do corpo, além de ser estimulante, antidiabético e antiobesidade (Tabela 2). A erva mate apresenta também efeito colerético (aumento da secreção biliar) e propulsão intestinal (Filip et al., 1998; Gorzalczany et al., 2001; Andersen & Fogh, 2001; Lunceford & Gugliucci, 2005; Gorgen et al. 2005).

A erva mate apresenta atividade antimicrobiana em alimentos como, por exemplo, contra as bactérias *Escherichia coli* (Gram-negativa) e *Staphylococcus aureus* (Gram-positiva) que causam toxinfecção alimentar (gastroenterites). Atividades quimiopreventivas e antifúngicas contra *Malassezia furfur*, causador de doenças de pele em humanos e animais (Filip et al., 2010; Burris et al. 2011).

Tabela 2. Atividades biológicas dos compostos da erva mate.

Compostos	Atividades Biológicas
Cafeína	Anticancerígena, antiobesidade, antioxidante, antitumoral, diurético, energizante, estimulante, vasodilatador.
Ácido Clorogênico	Antioxidante, analgésico, antiesclerótico, antibacteriana, antidiabético, antitumoral,
Rutina	Antioxidante, antitumoral, antiúlcera, promotor antitumoral, vasodilatador
Tanino	Antioxidante, antitumoral
Teobromina	Diurético, estimulante, miorelaxante
Ácido Nicotínico	Colerético, hipocolesterolemiantes

Adaptada de Heck & De Meija, 2007.

Contudo, estudos comprovam que os níveis de polifenóis podem mudar conforme a forma de processamento da planta (Isolabella et al., 2010) e a forma de ingestão, como por exemplo, quando consumido a erva mate como “tereré”, com adição de água fria, a extração dos compostos fenólicos é mais eficiente (Meinhart et al., 2010).

Outro fator benéfico da erva está associado ao colesterol, uma vez que estudos feitos em humanos mostram que houve redução de concentração sérica de LDL (low density lipoprotein), melhorando, assim, o perfil lipídico e fornecendo melhor qualidade de vida (De Moraes et al., 2009).

As xantinas, que são bases purínicas de alcalóides encontradas em várias plantas, estão presentes na erva mate na forma de cafeína, teofilina e a teobromina, sendo responsáveis pelo sabor amargo característico da erva mate e pelo seu alto poder estimulante do sistema nervoso central (Filip et al., 1998; Athayde et al., 2000; Gorgen et al., 2005). As saponinas são compostos glicosídicos presentes na erva mate e que apresentam propriedades anticancerígenas e antiparasitárias, segundo Burris et al. (2012).

Os princípios ativos das plantas são compostos químicos presentes em toda a planta ou de partes específicas, que lhes confere uma atividade terapêutica ou efeitos benéficos (Martins et al., 2000). Um dos componentes bioativos mais importantes presentes na erva mate são os polifenóis, antioxidantes naturais hidrofílicos, como por exemplo, os flavonóides, taninos e derivados do ácido caféico (Filip et al., 2001). As propriedades benéficas dos compostos fenólicos pode ser atribuídas à sua capacidade de seqüestrar os radicais livres (Decker, 1997) apresentando, assim, considerável importância na inibição do processo de peroxidação lipídica (Halliwell et al., 1994).

Os níveis de polifenóis no extrato da erva mate são semelhantes ao do vinho tinto (Gugliucci et al., 2009), superiores aos níveis do chá verde (*Camellia sinensis*) (Gugliucci & Bastos, 2009) e ao do café (*Coffea arabica*), segundo levantamento realizado por Dudonné et al. (2009). Estudos comparativos realizados com o composto químico orgânico DPPH [di-(fenil) – (2,4,6-trinitrofenil) iminoazanium], monitor de reações químicas que envolvem radicais, mostraram que, entre 30 plantas estudadas com potencial antioxidante, maior capacidade de eliminação de radicais livres no organismo, a erva mate ficou entre as cinco primeiras, sendo o café a sexta planta do estudo com maior poder antioxidante (Tabela 3).

Tabela 3. Quantidade de fenólicos contidos em diferentes plantas e as respectivas partes analisadas

Plantas - Nome científico	Parte da planta	Inibição DPPH (%)
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Casca	84,43 ± 3,48
<i>Pinus maritima</i> (Extrato comercial)	Casca	92,79 ± 0,69
<i>Pinus maritime</i>	Casca	94,51 ± 0,01
<i>Quercus robur</i>	Madeira	88,60 ± 2,04
<i>Ilex paraguariensis</i>	Folha	71,75 ± 1,22
<i>Coffea arabica</i>	Semente	41,21 ± 0,08

Adaptada de Dudonné et al., 2009.

Diversas plantas estudadas por Dudonné et al. (2009) apresentaram capacidade antioxidante determinada através do método de eliminação de radicais DPPH, ABTS, FRAP, SOD, e ORAC. Dentre as 30 espécies analisadas, o extrato obtido de folhas da erva mate obteve 71,75% sendo a quinta espécie com a maior capacidade antioxidante, ficando atrás do extrato de casca de pinho comercial (*Pinus maritima*) - 94,51%, extrato de casca de pinho (*Pinus maritima*) comercial - 92,79%, extrato de madeira de carvalho (*Quercus robur*) - 88,60%, extrato de casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) - 84,43%. A planta que apresentou menor capacidade antioxidante foi o extrato de sálvia (*Salvias clarea*) com 0,19%, sendo essa planta conhecida como antioxidante natural em carnes e produtos cárneos.

Estudando plantas do mesmo gênero *Ilex*, a espécie *Ilex paraguariensis* utilizada neste estudo, é a que apresenta a maior capacidade antioxidante quando comparada com a *Ilex brasiliensis* (Schinella et al., 2009). O mesmo se confirma em estudos que avaliaram extratos de diversas espécies de *Ilex* e observaram concentrações elevadas de compostos derivados do ácido caféico e de flavonóides em *I. paraguariensis* e *I. brevicuspis* em relação às demais espécies (Filip et al., 2001). Em estudo comparativo entre antioxidantes naturais com a erva mate e o chá verde e o antioxidante sintético BHT, Bastos et. al. (2006), mensuraram a capacidade antioxidante de cada composto, onde a erva mate mostra-se mais eficiente no controle da oxidação a medida que o tempo aumenta.

O fato de outros países estarem interessados em conhecer e estudar mais sobre a *Ilex paraguariensis*, principalmente o Japão, é devido a erva mate apresentar maiores níveis de polifenóis em sua composição quando comparada ao chá verde, pois a planta *Camellia sinensis* é a mais comercializada para o consumo de chá no país, assim a sua eficiência e seu sabor menos adstringente a tornaria mais popular para a comercialização e consumo.

CAPÍTULO 2

Avaliação do desempenho e dos coeficientes de metabolizabilidade em frangos de corte com suplementação de antioxidantes naturais.

1 RESUMO

Para o estudo dos efeitos da adição de antioxidantes naturais (erva mate e vitamina E) na ração de frangos de corte sobre os parâmetros de desempenho e do metabolismo dos nutrientes foram realizados dois ensaios. O ensaio de desempenho foi realizado em galpão experimental dividido em boxes e foram utilizados 1.400 pintos de corte fêmeas da linhagem comercial Ross 308 com um dia de vida e peso inicial médio de $43,65\text{g} \pm 2,40$ distribuídos em 6 tratamentos e 6 repetições em um delineamento em blocos casualizado totalizando 36 boxes (40 aves cada). As aves foram alimentadas *ad libitum* até os 38 dias de vida com dietas formuladas para atender às exigências nutricionais de frangos de corte fêmeas para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, de acordo com Rostagno et al. (2011). Os tratamentos nutricionais consistiram da inclusão de diferentes concentrações do extrato liofilizado de erva mate: 0; 250; 500; 750 e 1000 mg de extrato/kg de ração e mais um controle positivo (250 mg Vit. E /kg de ração). O consumo de ração e peso vivo foram avaliados semanalmente para o cálculo do ganho de peso e da conversão alimentar, sendo a mortalidade registrada diariamente para o cálculo da viabilidade. A análise estatística foi realizada usando o PROC MIXED (SAS) e as médias entre os tratamentos foram comparadas usando o teste de Tukey a 5% de significância. Os parâmetros zootécnicos (peso vivo médio, ganho médio de peso, ganho de peso diário, conversão alimentar e viabilidade) foram avaliados em seis períodos, aos 7, 14, 21, 28, 33 e 38 dias de idade. para o ensaio de

metabolismo foram utilizados 90 pintos de corte fêmeas da linhagem Cobb 500 com um dia de vida distribuídos em 15 gaiolas metabólicas (80 cm de comprimento, 80 cm de largura e 25 cm de altura) com 6 aves por gaiola em um delineamento inteiramente casualizado, composto de 3 tratamentos e 5 repetições. As aves foram alimentadas *ad libitum* até os 12 dias de vida para adaptação às gaiolas e às dietas. As rações basais foram as mesmas do ensaio de desempenho e foram usados os tratamentos 0, 250 e 750 mg de erva mate/kg de ração. Foi aplicado o método da coleta total de excretas do 12º ao 17º dia de vida com duas coletas diárias. Para o ensaio de desempenho, apenas aos 7 dias de idade foram verificados efeitos significativos da adição dos extratos, sendo que o ganho de peso foi influenciado negativamente ($P < 0,05$) pela inclusão de 500 mg de erva mate/kg de ração. As demais variáveis estudadas não apresentaram diferenças significativas, mesmo ao final dos 38 dias de idade. Os resultados médios obtidos para EMA e EMAn, assim como os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), do extrato etéreo (CMEE) e da energia bruta (CMEB) não apresentaram diferença estatística significativa ($P > 0,05$) para nenhum dos tratamentos aplicados. Em conclusão, a adição do extrato liofilizado de erva mate não melhorou o desempenho ou a digestibilidade dos nutrientes, quando adicionado às rações de frangos de corte nas concentrações estudadas.

Palavras-chave: Extrato vegetal, parâmetros zootécnicos, ganho de peso, coeficiente de metabolizabilidade

2 ABSTRACT

Performance and digestibility of nutrients for broilers fed natural antioxidants .

In order to evaluate the effects of dietary natural antioxidants (yerba mate and vitamin E) to broilers performance and metabolism, two assays were conducted. The performance test was conducted using 1,400 one-day-old female broilers chicks Ross 308 (average weight $43.65\text{g} \pm 2.40$) distributed in 6 treatments with 6 repetitions in a block design in a total of 36 boxes (40 broilers each). Chicks were fed *ad libitum* until 38 days of age with diets formulated to achieve the nutritional requirements of female chicks according to Rostagno et al. (2011). The dietary treatments consisted of the inclusion of different concentrations of lyophilized extract of yerba mate: 0; 250; 500; 750 and 1,000 mg/kg plus a positive control (250 mg Vit. E / kg). Feed intake and live weight were assessed weekly at 7, 14, 21, 28, 33 and 38 days to calculate weight gain and feed conversion and mortality was recorded daily to calculate viability. Statistical analyzes were performed with PROC MIXED (SAS system) and averages between treatments were compared using Tukey test at 5% significance level. The metabolism trial was conducted using 90 one-day-old females Cobb 500 distributed in 15 metabolic cages (80 cm long, 80 cm wide and 25 cm high) with 6 animals per cage in a completely randomized design with 3 treatments and 5 repetitions. The broilers were fed the same diets *ad libitum* until 12 days of age and treatments were the addition of 0, 250 and 750 mg of yerba mate/kg of feed. The method of total excreta collection was applied from 12th to 17th days of age with two daily collections. For birds performance, the addition of 500 mg of yerba mate/kg of feed reduced ($P < 0.05$) the weight gain at 7 days of age, however, no other effects were shown at the end of 38 days. The average results

for AME and AMEn, as well as the digestibility coefficients of dry matter (DDM), crude protein (DCB), ether extract (DEE) and gross energy (DCE) did not show statistically difference ($P > 0.05$) for the addition of natural antioxidants. In conclusion, the addition of yerba mate extract to broilers diets did not improved performance or digestibility of nutrients.

Keywords: Plant Extract, performance parameters, weight gain, metabolization coefficients

3 INTRODUÇÃO

A indústria avícola brasileira assumiu um papel de grande importância na produção mundial de carnes. Com essa visibilidade, algumas atitudes de melhoria devem ser tomadas, como sempre buscar o máximo de qualidade na nutrição das aves. Qualidade essa, responsável pela aceitação do mercado interno e externo da carne de frango produzida.

As exigências de qualidade dos produtos são impostas não só pelas empresas produtoras, mas principalmente pelo mercado consumidor, que dita as exigências do que o consumidor quer ou não consumir. Esse fato pôde ser comprovado recentemente, quando uma das maiores redes varejistas dos Estados Unidos aderiram a uma solicitação oriunda dos seus consumidores pela diminuição no uso de antibióticos para frangos de corte, para assim, minimizar a presença de resíduos na carne e , assim, aumentar a segurança alimentar para os consumidores dos seus produtos (Global Meat, 2015).

Conforme as exigências do mercado consumidor vão aumentando, a necessidade da busca para a substituição de produtos sintéticos por produtos naturais usados na composição das rações ou no controle de uma enfermidade ou estresse vão se tornando pontos importantes na nutrição de aves, dessa forma o uso de produtos naturais têm se tornado assunto comum nas pesquisas em avicultura.

Os produtos naturais utilizados na nutrição animal podem ser extraídos das plantas e dos vegetais. As principais plantas que podemos encontrar os compostos fenólicos são ervas e especiarias, podendo ser consumidas através de infusão, como chás, ou adicionada diretamente às carnes e produtos cárneos para conferir sabor e aumentar o tempo de permanência do alimento na geladeira até ser preparado (Mariutti et al., 2009). A erva mate contém esse

componentes bioativos, os polifenóis, que são antioxidantes naturais hidrofílicos, como por exemplo, os flavonóides, taninos e derivados do ácido caféico (Filip et al., 2001).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção do extrato de Erva Mate

O extrato de erva mate liofilizado foi produzido a partir das folhas, conforme descrito no certificado (Anexo 1) emitido pela empresa produtora Centroflora, localizada em Botucatu - SP. Os solventes utilizados para a extração dos compostos ativos foram água (65 - 85%) e etanol (15 - 35%). O extrato foi produzido dentro de rigorosos padrões de qualidade e embalado à vácuo em plástico prateado protegido da exposição à luz solar e umidade (Figura 10), para preservar suas características físicas e químicas.



Figura 10. Extrato liofilizado de erva mate embalada à vácuo com embalagem protetora contra umidade e luz solar (esquerda). Embalagem dupla protegendo o extrato contra contaminação. Consistência do produto: pó com partículas extrafinas (direita). Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi efetuada nas amostras do extrato de erva mate utilizando o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (Singleton et al., 1999), usando o ácido gálico (EAG) como padrão. Para isso, foi feita a diluição do extrato liofilizado em água destilada na proporção (V:V) 1:3.200, sendo utilizada uma alíquota de 0,5 ml para determinação dos compostos fenólicos, em duplicata. O resultado médio encontrado foi 172,948 (\pm 4,713) mg EAG/g de amostra.

O extrato liofilizado foi também analisado no Laboratório de Química da USP, em São Carlos/SP para a identificação e quantificação dos compostos fenólicos usando um sistema de cromatografia líquida de ultra eficiência acoplado a um espectrômetro de massas de alta resolução UHPLC-MS (marca Thermo Scientific, modelo LTQ Orbitrap Velos) com ionização por electrospray (ESI). Através da metodologia de extração e após análise por UHPLC-MS, foi possível a identificação de diversos compostos fenólicos presentes no extrato de erva-mate processado (Tabela 4).

Os principais compostos fenólicos foram identificados nas amostras do extrato, sendo quantificados os compostos fenólicos majoritários (ácido 1,3-dicafeoilquínico, ácido 1,5-dicafeoilquínico, ácido cafeico, ácido *p*-cumárico, ácido clorogênico, ácido elágico, ácido ferúlico, ácido gálico, ácido quínico, ácido xiquímico, kaempferol, quercetina e rutina), conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 4. Compostos fenólicos identificados no extrato e folhas de erva mate

Compostos fenólicos	Íon Pseudo-Molecular
Ácido gentísico	$C_7H_5O_4^-$
Ácido <i>p</i> -cumárico	$C_9H_7O_3^-$
Ácido 3,4-dihidroxiifenilacético	$C_8H_7O_4^-$
Ácido gálico	$C_7H_5O_5^-$
Ácido xiquímico	$C_7H_9O_5^-$
Ácido cafeico	$C_9H_7O_4^-$
Ácido quínico	$C_7H_{11}O_6^-$
Ácido ferúlico	$C_{10}H_9O_4^-$
Xantoxilina	$C_{10}H_{11}O_4^-$
Kaempferol	$C_{15}H_9O_6^-$
Catequina/Epicatequina	$C_{15}H_{13}O_6^-$
Ácido Elágico	$C_{14}H_5O_8^-$
Quercetina	$C_{15}H_9O_7^-$
Galocatequina	$C_{15}H_{13}O_7^-$
Ácido cafeoiltartárico	$C_{13}H_{11}O_9^-$
Ácido cafeoilxiquímico	$C_{16}H_{15}O_8^-$
Ácido cumaroilquínico	$C_{16}H_{17}O_8^-$
Ácido Dicafeico	$C_{18}H_{13}O_7^-$
Ácido 4-feruloilxiquímico	$C_{17}H_{17}O_8^-$
Ácido cafeoilquínico	$C_{16}H_{17}O_9^-$
Ácido feruloilquínico	$C_{17}H_{19}O_9^-$
Epicatequina galato	$C_{22}H_{17}O_{10}^-$
Kaempferol-3- <i>o</i> -glicosídeo	$C_{21}H_{19}O_{11}^-$
Epicatequina metilgalato	$C_{23}H_{19}O_{10}^-$
Quercetina-3- <i>o</i> -glicosídeo	$C_{21}H_{19}O_{12}^-$
Metilepigalocatequina galato	$C_{23}H_{19}O_{11}^-$
Ácido dicafeoilxiquímico	$C_{25}H_{21}O_{11}^-$
Ácido <i>p</i> -cumaroilcafeoilquínico	$C_{25}H_{23}O_{11}^-$
Ácido dicafeoilquínico	$C_{25}H_{23}O_{12}^-$
Ácido cafeoilferuloilquínico	$C_{26}H_{25}O_{12}^-$
Ácido diferuloilquínico	$C_{27}H_{27}O_{12}^-$
Ácido cafeoilsinapoilquínico	$C_{27}H_{27}O_{13}^-$
Rutina	$C_{27}H_{29}O_{16}^-$
Ácido 3,4,5-tricafeoilquínico	$C_{34}H_{29}O_{15}^-$
Ácido 3,4-di-cafeoil-5-feruloilquínico	$C_{35}H_{31}O_{15}^-$

Tabela 5. Compostos fenólicos identificados e quantificados (mg/g de extrato) no extrato de erva mate

Composto Fenólico	Extrato de ErvaMate
ácido 1,3-dicafeoilquinico	$9,14 \pm 0,43 \cdot 10^{-2}$
ácido 1,5-dicafeoilquinico	$6,01 \pm 0,01$
ácido cafeico	$8,13 \pm 0,02 \cdot 10^{-1}$
ácido clorogênico	$12,30 \pm 0,01$
ácido <i>p</i> -cumárico	$6,25 \pm 1,80 \cdot 10^{-3}$
ácido elágico	LQ
ácido ferúlico	$5,45 \pm 0,08 \cdot 10^{-2}$
ácido gálico	$1,79 \pm 0,43 \cdot 10^{-2}$
ácido quínico	$8,77 \pm 0,06 \cdot 10^{-1}$
ácido xiquímico	$1,17 \pm 0,01 \cdot 10^{-2}$
Kaempferol	LD
Quercetina	$1,12 \pm 0,04 \cdot 10^{-1}$
Rutina	$8,55 \pm 0,02 \cdot 10^{-1}$
Total	$21,15 \pm 0,04$

LQ = $6,09 \cdot 10^{-3}$ mg/g de extrato de mate
LD = $3,10 \cdot 10^{-6}$ mg/g de extrato de mate

Vale ressaltar que, por se apresentar na forma de pó com partículas muito finas, o extrato liofilizado de erva mate era de difícil manuseio, havendo muitas perdas. Por isso, após o uso, as embalagens foram lacradas para não haver deterioração e, conseqüente, perda de qualidade do produto devido à umidade ou contaminação.

4.1.1 EXPERIMENTO 1 – ENSAIO DE DESEMPENHO

O ensaio de desempenho com frangos de corte foi realizado na granja experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em Piracicaba/SP. O ensaio foi realizado com a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da ESALQ sob protocolo n. 2013-13, tendo início em 23 de agosto e terminando em 01 de outubro de 2013, totalizando 38 dias de criação.

4.1.2 Instalações Experimentais

O galpão experimental utilizado tem 32 metros de comprimento, 8 metros de largura e 3 metros de pé direito, orientado no sentido nordeste-sudoeste, coberto com telhas de barro, piso revestido de concreto e com muretas de alvenaria de 60 cm de altura, completamente telado e revestido de cortinas nas laterais. Internamente, é composto de duas fileiras de 18 boxes, sendo separadas por um corredor de cerca de 2 metros e totalizando 36 boxes (unidade experimental) com 4,5 m² e uma porta de acesso ao corredor.

O sistema de ventilação do aviário é do tipo convencional e tem duas linhas de ventiladores e sistema de nebulização (Figura 10), a iluminação era feita com uso de lâmpadas incandescentes de 60 watts na parte central, sendo o regime de luz aplicado de 23 horas de luz e 1 hora de escuro.



Figura 10. Aviário experimental da ESALQ/USP. Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

4.1.3 Manejo do Galpão e dos Animais Experimentais

Foram utilizados 1.440 pintos de um diada linhagem Ross 308, doados por um incubatório comercial e alojados no galpão experimental distribuídos em um delineamento em blocos inteiramente casualizado. Os pintos de 1 dia foram sexados no incubatório para obtenção de apenas fêmeas para o experimento, já que são animais que apresentam um menor consumo de ração com maior acúmulo de lipídios. A vacinação contra Marek e Gumboro foi realizada no incubatório via subcutânea e contra Bronquite infecciosa via aspersão. As aves foram transportadas em caixas contendo 100 animais em caminhão apropriado durante uma hora e meia até o galpão experimental, onde foram pesadas individualmente para a distribuição uniforme nos boxes experimentais.

Após desinfecção, os boxes foram preparados para a chegada dos animais com a colocação de material de cama absorvente (casca de arroz) forrada com jornal, água e ração *ad libitum* e campânula elétrica com lâmpadas infravermelhas de 250 watts para aquecimento dos animais. Além disso, três campânulas a gás complementavam o aquecimento interno do galpão durante o período da noite. O aquecimento com as campânulas elétricas foi mantido até o 15º dia de vida das aves, enquanto que as campânulas a gás foram utilizadas até os 21 dias vida para aquecimento geral do ambiente.

As unidades experimentais (boxes) foram equipadas com comedouros e bebedouros apropriados para o período de criação. Até o 14º dia, os boxes continham bebedouros tipo copo de pressão e comedouros tipo tubulares infantis, sendo o manejo diário resumido a lavagem dos bebedouros, troca de água de beber e a checagem do nível de ração dos comedouros várias vezes ao dia. A partir do 15º dia de criação, foram usados bebedouros tipo pendular e comedouros tubulares adultos, ambos com ajuste de altura. O manejo dos comedouros, bebedouros, campânulas, nebulizadores, ventiladores e cama de aviário também foi diário.

Além disso, diariamente foi aferida a temperatura máxima e mínima no interior do galpão em dois horários, no período da manhã e no fim da tarde usando termômetro localizado na parte interna do galpão. Os dados obtidos podem ser observados pelas médias semanais apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Médias semanais de temperaturas mínima e máxima do ambiente

Semanas	Mínima (°C)	Máxima (°C)
1 ^a	22,6	30,6
2 ^a	22,1	28,6
3 ^a	22,4	29,4
4 ^a	21,5	28,9
5 ^a	20,7	27,7
6 ^a	16,8	26,5

Foram realizadas seis pesagens, aos 7, 14, 21, 28, 33 e ao final do ensaio, aos 38 dias de idade. Foi realizada a pesagem de todos os animais, da ração fornecida e das sobras de ração nos comedouros de cada unidade experimental (Figura 11). Assim, foram efetuados os cálculos de peso vivo final (PF), do ganho de peso (GP), do consumo de ração (CR) e do consumo médio de ração (CMR), usando as fórmulas:

- **GP (kg) = PF - PI**

Onde:

PF = Peso final;

PI = Peso inicial

- **CR (kg) = RF - (SRC - PC)**

Onde:

RF = Ração fornecida;

SRC = Sobra de ração dos comedouros;

PC = Peso dos comedouros

- **CMR (kg) = $\frac{RF - SRC}{NA}$**

Onde:

RF = Ração fornecida;

SRC = Sobra de ração dos comedouros;

NA = número de animais por boxe



Figura 11. Pesagem semanal de todos os animais de cada boxe (unidade experimental).

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

O manejo dos animais mortos foi feito várias vezes ao dia, sendo que a contagem, o peso médio (PM) e as condições da morte do animal eram aferidos para controle. O cálculo da mortalidade foi realizado diariamente, sendo o peso dos animais mortos foi utilizado no cálculo da conversão alimentar corrigida e a quantidade de animais mortos utilizada no cálculo da viabilidade (VB), como segue:

- $CA \text{ corrig.} = \frac{CR}{GP + PM}$

Onde:

CR = Consumo de ração;

GP = Ganho de peso;

PM = Peso dos mortos

- $VIABILIDADE\% = 100 - \left(\frac{Mortalidade \text{ Final}}{Natalidade \text{ Inicial}} \times 100 \right)$

4.1.4 Rações e Tratamentos Experimentais

As rações foram calculadas utilizando o software SuperCrac e segundo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011) para atender as exigências de frangos de corte fêmeas de desempenho médio para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e final. As rações foram fabricadas na fábrica de ração experimental do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, Setor de Não Ruminantes. Os ingredientes como milho, farelo e óleo de soja, sal, calcário e fosfato bicálcico foram comprados de cooperativas locais da região de Piracicaba/SP. Os demais ingredientes como o suplemento vitamínico mineral, suplemento vitamínico, DL-Metionina, L-Lisina, monensina sódica, cloreto de colina, bacitracina de zinco e vitamina E foram doações de empresas ao projeto.

Os tratamentos nutricionais consistiram da suplementação de 250, 500, 750 e 1.000 mg de extrato liofilizado de erva mate por kg de ração, em comparação com um controle negativo (CN, sem antioxidantes) e um controle positivo (CP, com suplementação de 250 mg de vitamina E por kg de ração). O extrato de erva mate, bem como a vitamina E foram adicionados às rações em substituição ao ingrediente inerte (caulim branco).

O preparo da ração pré-inicial iniciou-se antes do alojamento dos animais, seguindo um cronograma de preparo das rações sempre dois dias antes da troca de fase. As quatro fases de alimentação foram divididas em: pré-inicial – 1 a 7 dias (Tabela 7), inicial – 8 a 21 dias (Tabela 8), crescimento - 22 a 33 dias (Tabela 9) e final – 33 a 38 dias (Tabela 10).

Tabela 7. Composição percentual e valores nutricionais calculados para a fase pré-inicial (1 a 7 dias)

Ingredientes	INCLUSÃO						
	DE	INCLUSÃO DE ERVA MATE					
	VIT. E	250	0	250	500	750	1.000
Milho Grão		51,21	51,21	51,21	51,21	51,21	51,21
Farelo de Soja 45%		42,55	42,55	42,55	42,55	42,55	42,55
Óleo de Soja		2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32
Fosfato Bicálcico		1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
Calcário		0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Sal Comum		0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
DL-Metionina		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
L-Lisina HCL		0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Caulim Branco		0,75	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00
Suplem. Vit.Mineral ¹		0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Cloreto de Colina 60%		0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
L-Treonina		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplem. Mineral ²		0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Promotor de cresc. ³		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Agente anticoccidiano ⁴		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Vitamina E 50%		0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erva Mate		0,00	0,00	0,025	0,05	0,075	0,10
Níveis calculados							
EMAn, Kcal/kg		2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
PB, %		24.16	24.16	24.16	24.16	24.16	24.16
Ca, %		0.891	0.891	0.891	0.891	0.891	0.891
P Disp., %		0.448	0.448	0.448	0.448	0.448	0.448
Na, %		0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211
Met. Dig., %		0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624
Met. + cistina dig., %		0.934	0.934	0.934	0.934	0.934	0.934
Treonina dig., %		0.855	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855
Lisina dig., %		1.863	1.863	1.863	1.863	1.863	1.863

¹Suplemento vitamínico mineral (por kg do produto): Vit. A, 9.000 UI; Vit. D₃, 2.500 UI; Vit. E, 20 UI; Vit. K₃, 2,5 mg; Vit. B₁, 2,0 mg; Vit. B₂, 6,0 mg; Vit. B₆, 3,0 mg; Vit. B₁₂, 1,5 mg; Ácido Pantotênico 12 g; Niacina 35 g; Ácido fólico 15 mg; Biotina 1 mg; Selênio 2,5 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

²Suplemento mineral (por kg do produto): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

³Bacitracina de Zinco 15%

⁴Monensina Sódica 40%

Tabela 8. Composição percentual e valores nutricionais calculados para a fase inicial (8 a 21 dias)

Ingredientes	INCLUSÃO					
	DE		INCLUSÃO DE ERVA MATE			
	VIT. E		250	500	750	1.000
Milho Grão	61,93	61,93	61,93	61,93	61,93	61,93
Farelo de Soja 45%	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16
Óleo de Soja	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Fosfato Bicálcico	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Calcário	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Sal Comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
L-Lisina HCL	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Caulim Branco	0,75	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00
Suplem. Vitam. Mineral ¹	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Cloreto de Colina 60%	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
L-Treonina	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Suplem. Mineral ²	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Promotor de crescimento ³	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Agente anticoccidiano ⁴	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Vitamina E 50%	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erva Mate	0,00	0,00	0,025	0,05	0,075	0,10
	Níveis calculados					
EMAn, Kcal/kg	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
PB, %	20.77	20.77	20.77	20.77	20.77	20.77
Ca, %	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839	0.839
P Disp., %	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421	0.421
Na, %	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203	0.203
Met. Dig., %	0.520	0.520	0.520	0.520	0.520	0.520
Met. + cistina dig., %	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
Treonina dig., %	0.732	0.732	0.732	0.732	0.732	0.732
Lisina dig., %	1.126	1.126	1.126	1.126	1.126	1.126

¹Suplemento vitamínico mineral (por kg do produto): Vit. A, 9.000 UI; Vit. D₃, 2.500 UI; Vit. E, 20 UI; Vit. K₃, 2,5 mg; Vit. B₁, 2,0 mg; Vit. B₂, 6,0 mg; Vit. B₆, 3,0 mg; Vit. B₁₂, 1,5 mg; Ácido Pantotênico 12 g; Niacina 35 g; Ácido fólico 15 mg; Biotina 1 mg; Selênio 2,5 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

²Suplemento mineral (por kg do produto): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

³Bacitracina de Zinco 15%

⁴Monensina Sódica 40%

Tabela 9. Composição percentual e valores nutricionais calculados para a fase de crescimento (22 a 33 dias)

Ingredientes	INCLUSÃO					
	DE	INCLUSÃO DE ERVA MATE				
	VIT. E	0	250	500	750	1000
Milho Grão	65,31	65,31	65,31	65,31	65,31	65,31
Farelo de Soja 45%	27,31	27,31	27,31	27,31	27,31	27,31
Óleo de Soja	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Fosfato Bicálcico	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Calcário	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Sal Comum	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
DL-Metionina	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
L-Lisina HCL	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Caulim Branco	0,75	1,00	0,75	0,5	0,25	0,0
Suplem. Vitam. Mineral ¹	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Cloreto de Colina 60%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L-Treonina	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Suplem. Mineral ²	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Promotor de crescimento ³	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Agente anticoccidiano ⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Vitamina E 50%	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erva Mate	0,00	0,00	0,025	0,05	0,075	0,10
	Níveis calculados					
EMAn, Kcal/kg	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
PB, %	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88
Ca, %	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781
P Disp., %	0.391	0.391	0.391	0.391	0.391	0.391
Na, %	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195
Met. Dig., %	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457
Met. + cistina dig., %	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718
Treonina dig., %	0.648	0.648	0.648	0.648	0.648	0.648
Lisina dig., %	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997

¹Suplemento vitamínico mineral (por kg do produto): Vit. A, 9.000 UI; Vit. D₃, 2.500 UI; Vit. E, 20 UI; Vit. K₃, 2,5 mg; Vit. B₁, 2,0 mg; Vit. B₂, 6,0 mg; Vit. B₆, 3,0 mg; Vit. B₁₂, 1,5 mg; Ácido Pantotênico 12 g; Niacina 35 g; Ácido fólico 15 mg; Biotina 1 mg; Selênio 2,5 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

²Suplemento mineral (por kg do produto): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

³Bacitracina de Zinco 15%

⁴Monensina Sódica 40%

Tabela 10. Composição percentual e valores nutricionais calculados para a fase final (34 a 38 dias)

Ingredientes	INCLUSÃO						
	DE	INCLUSÃO DE ERVA MATE					
	VIT. E	250	0	250	500	750	1000
Milho Grão	71,48	71,48	71,48	71,48	71,48	71,48	71,48
Farelo de Soja 45%	23,05	23,05	23,05	23,05	23,05	23,05	23,05
Óleo de Soja	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48
Fosfato Bicálcico	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
Calcário	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Sal Comum	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
DL-Metionina	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
L-Lisina HCL	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Caulim Branco	0,75	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00	0,00
Suplem. Vitam. Mineral ¹	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Cloreto de Colina 60%	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Suplem. Mineral ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Promotor de crescimento ³	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agente anticoccidiano ⁴	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vitamina E 50%	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erva Mate	0,00	0,00	0,025	0,05	0,075	0,10	
Níveis calculados							
EMAn, Kcal/kg	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
PB, %	16.86	16.86	16.86	16.86	16.86	16.86	16.86
Ca, %	0.691	0.691	0.691	0.691	0.691	0.691	0.691
P Disp., %	0.345	0.345	0.345	0.345	0.345	0.345	0.345
Na, %	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Met. Dig., %	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347	0.347
Met. + cistina dig., %	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617
Treonina dig., %	0.557	0.557	0.557	0.557	0.557	0.557	0.557
Lisina dig., %	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857

¹Suplemento vitamínico mineral (por kg do produto): Vit. A, 9.000 UI; Vit. D₃, 2.500 UI; Vit. E, 20 UI; Vit. K₃, 2,5 mg; Vit. B₁, 2,0 mg; Vit. B₂, 6,0 mg; Vit. B₆, 3,0 mg; Vit. B₁₂, 1,5 mg; Ácido Pantotênico 12 g; Niacina 35 g; Ácido fólico 15 mg; Biotina 1 mg; Selênio 2,5 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

²Suplemento mineral (por kg do produto): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

³Bacitracina de Zinco 15%

⁴Monensina Sódica 40%

4.1.5 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, homogeneidade, normalidade dos resíduos e outliers utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS (Institute Inc., Cary, North Carolina, EUA, 2002). A comparação das médias entre os tratamentos foi feita utilizando o teste de Tukey a 5% de significância.

4.2 EXPERIMENTO 2 - ENSAIO DE METABOLISMO

O ensaio de metabolismo foi realizado nos dias 23 de outubro a 08 de novembro de 2013 no Laboratório de metabolismo animal (LABEM) na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília. A sala utilizada está equipada contém 2 baterias com 10 gaiolas metabólicas (dimensões de 80 cm de comprimento X 80 cm de largura X 25 cm de altura), totalizando 20 gaiolas, além de estrutura de forração de teto, telas e cortinas externas.

Para o ensaio de metabolismo foram usados 90 pintos de 1 dia fêmeas da linhagem Cobb 500, vacinados contra Marek e Gumboro (via subcutânea) e contra bronquite infecciosa (via aspersão) e doados por um incubatório comercial. Ao chegar ao LABEM, as aves foram pesadas individualmente para o cálculo do peso médio inicial e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições, sendo 6 aves por gaiola ou unidade experimental.

4.2.1 Rações e Tratamentos Experimentais

As rações foram calculadas utilizando o software SuperCrac e segundo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011) para atender as exigências de frangos de corte fêmeas de desempenho médio para as fases pré-inicial e inicial. As rações foram fabricadas na fábrica de ração experimental do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, Setor de Não Ruminantes. É importante ressaltar que as rações utilizadas no ensaio de metabolismo para as fases pré-inicial (Tabela 11) e inicial (Tabela 12) foram exatamente as mesmas utilizadas no ensaio de desempenho, pois as coletas foram efetuadas até a fase inicial de vida das aves.

Os tratamentos aplicados consistiram da suplementação das dosagens de 250 e 750 mg de extrato liofilizado de erva mate por kg de ração, em comparação com um controle negativo (CN, sem antioxidantes). A escolha das dosagens de erva mate para o ensaio de metabolismo foi devido a possibilidade de maior eficiência na digestibilidade dos nutrientes e dos resultados obtidos no ensaio de desempenho.

Tabela 11. Composição percentual e valores nutricionais calculados para a fase pré-inicial (1 a 7 dias)

Ingredientes %	INCLUSÃO DE ERVA MATE mg/kg		
	0	250	750
Milho Grão	51,21	51,21	51,21
Farelo de Soja 45%	42,55	42,55	42,55
Óleo de Soja	2,32	2,32	2,32
Fosfato Bicálcico	1,76	1,76	1,76
Calcário	0,78	0,78	0,78
Sal Comum	0,42	0,42	0,42
DL-Metionina	0,29	0,29	0,29
L-Lisina HCL	0,17	0,17	0,17
Caulim Branco	1,00	0,75	0,25
Suplem. Vitam. Mineral ¹	0,09	0,09	0,09
Cloreto de Colina 60%	0,08	0,08	0,08
L-Treonina	0,05	0,05	0,05
Suplem. Mineral ²	0,11	0,11	0,11
Promotor de crescimento ³	0,04	0,04	0,04
Agente anticoccidiano ⁴	0,03	0,03	0,03
Erva Mate	0,00	0,025	0,075
Níveis calculados			
EMAn, Kcal/kg	2.950	2.950	2.950
PB, %	24.16	24.16	24.16
Ca, %	0.891	0.891	0.891
P Disp., %	0.448	0.448	0.448
Na, %	0.211	0.211	0.211
Met. Dig., %	0.624	0.624	0.624
Met. + cistina dig., %	0.934	0.934	0.934
Treonina dig., %	0.855	0.855	0.855
Lisina dig., %	1.863	1.863	1.863

¹Suplemento vitamínico mineral (por kg do produto): Vit. A, 9.000 UI; Vit. D₃, 2.500 UI; Vit. E, 20 UI; Vit. K₃, 2,5 mg; Vit. B₁, 2,0 mg; Vit. B₂, 6,0 mg; Vit. B₆, 3,0 mg; Vit. B₁₂, 1,5 mg; Ácido Pantotênico 12 g; Niacina 35 g; Ácido fólico 15 mg; Biotina 1 mg; Selênio 2,5 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

²Suplemento mineral (por kg do produto): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

³Bacitracina de Zinco 15%; ⁴Monensina Sódica 40%

Tabela 12. Composição percentual e valores nutricionais calculados para a fase inicial (8 a 21 dias)

Ingredientes %	INCLUSÃO DE ERVA MATE mg/kg		
	0	250	750
Milho Grão	61,93	61,93	61,93
Farelo de Soja 45%	33,16	33,16	33,16
Óleo de Soja	1,20	1,20	1,20
Fosfato Bicálcico	1,66	1,66	1,66
Calcário	0,78	0,78	0,78
Sal Comum	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina	0,23	0,23	0,23
L-Lisina HCL	0,20	0,20	0,20
Caulim Branco	1,00	0,75	0,25
Suplem. Vitam. Mineral ¹	0,12	0,12	0,12
Cloreto de Colina 60%	0,06	0,06	0,06
L-Treonina	0,04	0,04	0,04
Suplem. Mineral ²	0,04	0,04	0,04
Promotor de crescimento ³	0,04	0,04	0,04
Agente anticoccidiano ⁴	0,03	0,03	0,03
Erva Mate	0,00	0,025	0,075
Níveis calculados			
EMAn, Kcal/kg	3.000	3.000	3.000
PB, %	20,77	20,77	20,77
Ca, %	0.891	0.891	0.891
P Disp., %	0.448	0.448	0.448
Na, %	0.211	0.211	0.211
Met. Dig., %	0.624	0.624	0.624
Met. + cistina dig., %	0.934	0.934	0.934
Treonina dig., %	0.855	0.855	0.855
Lisina dig., %	1.863	1.863	1.863

¹Suplemento vitamínico mineral (por kg do produto): Vit. A, 9.000 UI; Vit. D₃, 2.500 UI; Vit. E, 20 UI; Vit. K₃, 2,5 mg; Vit. B₁, 2,0 mg; Vit. B₂, 6,0 mg; Vit. B₆, 3,0 mg; Vit. B₁₂, 1,5 mg; Ácido Pantotênico 12 g; Niacina 35 g; Ácido fólico 15 mg; Biotina 1 mg; Selênio 2,5 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

²Suplemento mineral (por kg do produto): I, 1 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 1 mg; Mn, 75 mg; Zn, 50 mg; Veículo q.s.p. 0,5 g

³Bacitracina de Zinco 15%

⁴Monensina Sódica 40%

4.2.2 Manejo das Aves e Coleta Total de Fezes

Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo de aço inox equipadas com piso de tela e bandejas inferiores removíveis para a coleta das excretas, comedouros tipo calha, bebedouros tipo copo de pressão e aquecimento com lâmpada interna (Figura 12). As aves receberam ração e água à vontade durante todo período experimental, além de aquecimento com campânula à gás durante os 14 dias iniciais de vida. Diariamente foi feita a limpeza dos bebedouros, a reposição de ração nos comedouros e a retirada das excretas acumuladas nas bandejas.



Figura 12. Sala de ensaio de metabolismo - LABEM/UnB. Fonte: Arquivo pessoal 2013.

O período de adaptação às gaiolas e às dietas compreendeu a fase pré-inicial e inicial até o início das coletas, aos 12 dias de idade, quando as aves receberam ração marcada com 1% de óxido de ferro nas rações iniciais (Figura 13) para a pigmentação das excretas e, assim, definir o início da coleta. Ao final da coleta foi efetuado o mesmo procedimento para o término do período de coleta.



Figura 13. Consumo das rações marcadas com adição de 1% de óxido de ferro. Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Foi utilizado o método da coleta total de excretas (Albino, 1991), que consistiu de cinco dias consecutivos de coleta, do 12º ao 17º dia de idade das aves, correspondentes à fase inicial. As bandejas foram revestidas com material plástico para facilitar a separação de excretas, resíduos de ração e penas, a fim de reduzir a contaminação e as perdas (Figura 14). As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (as 8:30 h e as 17:30 h) recolhendo todo o conteúdo de excretas produzidas no período em embalagens plásticas com tampa, que foram mantidas sob congelamento (-18 °C) até o final do período da coleta, juntamente com as amostras das rações.

Ao término do experimento, a pesagem das sobras de ração permitiu calcular o consumo de cada gaiola durante o período que compreendeu os cinco dias de coleta. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e foi retirada uma amostra de 50g cada repetição para as análises laboratoriais. Após a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, as amostras foram moídas e acondicionadas em sacos plásticos para análises posteriores.



Figura 14. Coleta total das excretas marcadas com óxido de ferro. Uso de material plástico nas bandejas. Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

4.2.3 Composição Bromatológica

Nas amostras de rações das fases pré-inicial e inicial e de excretas foram realizadas as análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e o teor de proteína bruta (PB), em triplicata. A umidade das amostras foi calculada a partir dos dados de matéria seca, sendo: Umidade = $100\% - \% \text{ MS}$.

Para a determinação da MM foi usado o método por incineração em mufla à 600°C por 4 horas e o teor de proteína bruta foi determinado através do método-padrão Kjeldahl (AOAC, 1990). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) da Fazenda Água Limpa, da Universidade de Brasília.

As análises de extrato etéreo (EE) foram realizadas nas rações através do método a quente com uso do extrator "Goldfish" (Silva & Queiroz, 2002) e o solvente usado foi o éter de petróleo. As análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual de São Paulo, Campus Botucatu - SP.

4.2.4 Coeficiente de Metabolizabilidade, EMA e EMAn

Após a secagem, as amostras de rações e das excretas foram levadas para o Laboratório de Metabolismo da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual de São Paulo, Câmpus Botucatu - SP, onde foram utilizadas na determinação dos valores de energia bruta em bomba calorimétrica (marca IKA Werke C-200, modelo C200 Control) através da oxidação total da matéria orgânica (Figura 15), em triplicata.

A energia bruta é a quantidade total de energia disponível nas amostras de rações e excretas, sendo a soma da energia libertada na forma de calor mais a energia gasta na vaporização da água que se forma na reação da oxidação. A determinação da energia bruta foi realizada em triplicata com peso de 1g por amostra. O valor calórico é calculado a partir de observações da temperatura do banho que envolve a câmara de combustão feita antes e depois da reação por um termômetro.

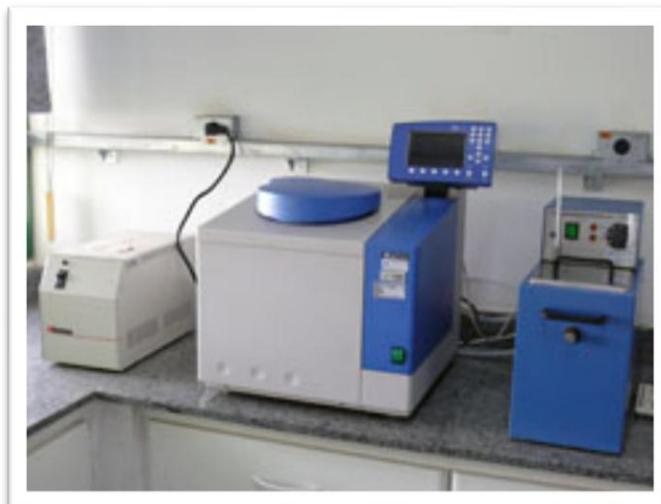


Figura 15. Bomba calorimétrica IKA C-200, Laboratório de Bromatologia, FMVZ, UNESP/Botucatu - SP.

Para mensurar a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), deve-se determinar a energia contida na dieta ingerida subtraindo-se a energia contida nas excretas (fezes + urina).

Os dados obtidos nas análises, juntamente com os valores calculados para o consumo de ração e a produção de excretas foram utilizados para os cálculos de EMA e EMAn, conforme a metodologia de Matterson et al. (1965) e expressos em kcal/g com base na matéria natural, calcula-se pelas seguinte fórmulas:

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

Onde:

EB = Energia Bruta

BN = Balanço de Nitrogênio (N consumido – N excretado)

MS = Matéria seca

Para os cálculos dos coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB)

foram utilizados os valores de EMAn e de energia bruta (EB) expressos em porcentagem. Foram calculados também os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), do extrato etéreo (CMEE) e da proteína bruta (CMPB) utilizando a fórmula (Sakomura & Rostagno, 2007):

$$\bullet \text{ CMNT (\%)} = \frac{[(NTCON - NTECX)]}{NTCON} \times 100$$

Onde:

CMNT = Coeficiente de metabolizabilidade do nutriente;

NTCON = Quantidade do nutriente consumido em gramas;

NTEXC = Quantidade do nutriente excretado em gramas

4.2.5 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM (General Linear Models) do SAS (Institute Inc., Cary, North Carolina, EUA, 2002). A comparação das médias entre os tratamentos foi feita utilizando o teste de Tukey a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXPERIMENTO DE DESEMPENHO

Os resultados do ensaio de desempenho de frango de corte como peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) calculados nas seis pesagens realizadas semanalmente desde o primeiro dia de recebimento dos pintinhos, aos 7 dias de idade (Tabela 13), aos 14 dias de idade (Tabela 14), aos 21 dias de idade (Tabela 15), aos 28 dias de idade (Tabela 16), aos 33 dias de idade (Tabela 17) e também aos 38 dias de idade (Tabela 18) são apresentados abaixo.

Tabela 13. Resultados médios de peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 7 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos						CV (%)	P-Valor
	Vitamina E	Extrato de Mate (mg/kg)						
		0	250	500	750	1000		
PI7 (g)	43,79	43,58	43,46	43,60	43,33	44,13	2,40	NA
PF7 (kg)	0,159	0,156	0,156	0,147	0,156	0,157	5,19	0,0672
GP7 (kg)	0,115 ^a	0,113 ^a	0,112 ^{ab}	0,103 ^b	0,113 ^a	0,113 ^a	6,85	0,0454
CR7 (kg)	0,130	0,130	0,133	0,126	0,133	0,134	5,80	0,3774
CA7	1,16	1,13	1,18	1,24	1,18	1,19	6,55	0,2486
VB7 (%)	100,00	100,00	98,33	99,19	98,75	98,33	1,61	NA

CV: Coeficiente de variação (%)

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

NA: Não aplicado

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 13, a inclusão do extrato de erva mate ou da vitamina E nas rações não influenciou (P>0,05) o desempenho das aves até os sete dias de vida, apesar dos baixos valores do coeficiente de variação (CV) obtidos para o experimento. Nesse período inicial, somente o tratamento contendo 500 mg do extrato liofilizado de erva mate /kg de ração. Este resultou em redução significativa (P<0,05) no ganho de peso (GP) das aves em comparação com os controles negativo e positivo.

Apesar de alguns índices zootécnicos como peso final, consumo de ração e conversão alimentar não terem apresentado valores estatisticamente diferentes (P>0,05), as médias do tratamento 500 mg/kg (Tabela 13) são visivelmente inferiores aos demais tratamentos e a conversão alimentar mais alta que os demais. Com os presentes resultados, um estudo focado na adição de erva mate na ração de frango de corte na fase inicial (1 a 7 dias) pode-se mostrar interessante para estudos posteriores.

Tabela 14. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 14 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos						CV (%)	Valor p
	Vitamina E	Extrato de Mate (mg/kg)						
		0	250	500	750	1000		
PF14 (kg)	0,403	0,399	0,390	0,378	0,394	0,397	4,51	0,1393
GP14 (kg)	0,359	0,355	0,347	0,335	0,351	0,352	4,50	0,1331
CR14 (kg)	0,441	0,432	0,431	0,431	0,442	0,432	3,73	0,5762
CA14	1,21	1,21	1,21	1,26	1,25	1,21	4,42	0,3640
VB14 (%)	99,58	98,75	95,91	97,96	97,92	96,25	2,78	NA

CV: Coeficiente de variação (%)

NA: Não aplicado

Tabela 15. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 21 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos						CV (%)	Valor p
	Vitamina E	Extrato de Mate (mg/kg)						
		0	250	500	750	1000		
PF21 (kg)	0,827	0,815	0,808	0,798	0,812	0,817	3,29	0,4941
GP21 (kg)	0,783	0,771	0,765	0,754	0,769	0,773	3,33	0,4961
GPD21 (kg)	0,037	0,037	0,036	0,036	0,037	0,037	3,44	0,4961
CR21 (kg)	1,107	1,046	1,100	1,106	1,108	1,107	5,36	0,3107
CA21	1,40	1,34	1,42	1,42	1,40	1,36	6,14	0,4441
VB21 (%)	97,92	96,67	92,92	93,43	96,25	93,75	4,29	NA

CV: Coeficiente de variação (%)

NA: Não aplicado

Tabela 16. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 28 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos						CV (%)	Valor p
	Vitamina E	Extrato de Mate (mg/kg)						
		0	250	500	750	1000		
PF28 (kg)	1,364	1,351	1,362	1,342	1,354	1,365	2,56	0,8244
GP28 (kg)	1,320	1,307	1,319	1,299	1,311	1,321	2,63	0,8307
CR28 (kg)	1,887	1,844	1,874	1,878	1,880	1,872	3,68	0,8994
CA28	1,42	1,40	1,41	1,42	1,43	1,40	3,82	0,9279
VB28 (%)	97,92	96,32	92,92	92,12	96,25	93,33	4,08	NA

CV: Coeficiente de variação (%)

NA: Não aplicado

Tabela 17. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 33 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos						CV (%)	Valor p
	Vitamina E	Extrato de Mate (mg/kg)						
		0	250	500	750	1000		
PF33 (kg)	1,804	1,766	1,786	1,771	1,777	1,803	2,35	0,4371
GP33 (kg)	1,759	1,723	1,742	1,728	1,734	1,759	2,40	0,4484
CR33 (kg)	3,060	3,015	3,007	3,031	2,993	3,065	3,40	0,7592
CA33	1,72	1,74	1,71	1,73	1,72	1,73	3,01	0,9702
VB33 (%)	97,62	95,83	92,92	92,60	96,25	93,33	4,12	NA

CV: Coeficiente de variação (%)

NA: Não aplicado

Tabela 18. Resultados médios de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) para frangos de corte fêmeas alimentadas com extrato de erva mate ou vitamina E de 1 - 38 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos						CV (%)	Valor p
	Vitamina E	Extrato de Mate (mg/kg)						
		0	250	500	750	1000		
PF38 (kg)	2,196	2,155	2,157	2,144	2,149	2,176	2,36	0,4266
GP38 (kg)	2,152	2,111	2,114	2,100	2,106	2,129	2,40	0,4365
CR38 (kg)	3,910	3,866	3,861	3,907	3,847	3,936	3,07	0,7268
CA38	1,77	1,79	1,78	1,79	1,79	1,79	2,50	0,9345
VB38 (%)	97,92	95,42	92,92	91,77	96,25	92,92	4,29	NA

CV: Coeficiente de variação (%)

NA: Não aplicado

Como pode ser observado nas Tabelas 13 a 18, independente dos efeitos significativos encontrados na primeira semana de vida das aves, a suplementação das dietas com o extrato de mate ou com a vitamina E não provocou modificações nos resultados de desempenho das aves para o período total de criação, que compreende de 1 a 38 dias de idade das aves.

Vale a pena ressaltar que a discussão dos dados obtidos neste experimento torna-se um desafio pela escassez de resultados publicados sobre a utilização de extratos de erva mate na alimentação de aves. Também usando extratos naturais, resultados semelhantes foram obtidos por Barreto et al. (2008) estudando a adição de extratos de orégano, cravo, canela e pimenta vermelha, não obtendo melhora significativa ($P>0,05$) nas variáveis de desempenho de frangos de corte até 42 dias de idade.

Apesar deste estudo não mostrar melhoras significativas no desempenho das aves com a suplementação de erva mate na dieta, os resultados encontrados são divergentes dos encontrados por Racanicci et al. (2011), que forceceram três diferentes níveis de adição de erva mate na água de beber de frangos. Os autores obtiveram diminuição significativa ($P<0,05$) no ganho de peso da aves que ingeriram água com adição de 0.5% de erva mate aos vinte um dias

de idade. Da mesma forma, o GP ($P < 0,05$) de camundongos também foi reduzido significativamente em animais que receberam extrato aquoso de erva mate durante 60 dias na água de beber (Przygodda et al., 2010).

Em outros estudos realizados com adição de erva mate em dietas hiperlipídicas, a redução significativa ($P < 0,05$) do ganho de peso de camundongos submetidos a esse tratamento não é necessariamente uma novidade (Pang et al., 2008; Arçari et al., 2009; Hussein et al., 2011; Kang et al., 2012), no entanto, este não é um resultado desejado para frangos de corte. Por outro lado, são frequentes na literatura estudos que comprovam que a utilização de extratos naturais adicionados a dieta de frangos de corte pode promover melhorias no GP, como no experimento que avaliou três tipos de misturas de óleos essenciais derivados do orégano, cravo e erva doce adicionados à ração e obtendo maior GP ($P < 0,05$) para as aves que receberam os tratamentos contendo os óleos vegetais (Ertas et al., 2005).

Em relação ao CR, a adição dos antioxidantes naturais não influenciou significativamente ($P > 0,05$) os resultados para nenhum dos períodos analisados neste estudo. Isso pode trazer consequências positivas no que se refere ao fato do uso de antioxidantes não ter prejudicado o consumo voluntário das aves. Em outro estudo semelhante, a adição de quatro dosagens diferentes de extratos de orégano na dieta de frango de corte não afetou significativamente ($P > 0,05$) o consumo das rações (Fukayama et al., 2005).

Para o presente estudo, os resultados médios encontrados de CA estão coerentes com o esperado para a linhagem usada em cada uma das fases de criação, segundo o manual da linhagem (colocar a referência do Manual da Ross 308), no entanto, não foram influenciados pelos tratamentos experimentais ($P > 0,05$) até o final da criação. Porém, ao contrário deste estudo, a suplementação de três diferentes extratos vegetais (1. cravo, tomilho, canela e pimenta; 2. óleo sintético de orégano; 3. óleo-resina do extrato de pimenta) na alimentação de frango de corte apresentou redução significativa ($P < 0,05$) na CA (Rizzo et al., 2010), o que significa um resultado interessante para a avicultura, mostrando que o uso de extratos naturais pode ser benéfico para frangos de corte..

Importante comentar também que os valores médios de VB obtidos neste estudo estão dentro da média esperada para cada fase de criação, segundo o manual da linhagem (colocar a referência), o que significa que a mortalidade de aves ocorrida não comprometeu os resultados finais do experimento.

No entanto, além de buscar melhorias no desempenho zootécnico dos animais, um dos objetivos de suplementar as dietas de frangos com extratos naturais como o de erva mate também é agregar os constituintes naturais das plantas na carne com a finalidade de melhorar o status antioxidante do músculo e dos tecidos e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da carne e prolongar o tempo de prateleira dos produtos.

Em estudo realizado por Smet et al. (2008), a adição de antioxidantes naturais na dieta das aves, ao invés de diretamente na carne, promoveu maior proteção dos tecidos musculares, pois a rota metabólica preferencial dos compostos fenólicos ativos nos animais é a absorção e deposição nos diversos tecidos, preservando não só a estabilidade lipídica da carne, como também a composição nutricional.

5.2 METABOLIZABILIDADE DOS NUTRIENTES

Na tabela 19, estão apresentados os valores médios obtidos para EMA e EMAn determinados pelo método de coleta total de excretas na fase inicial de vida das aves, conforme descrito anteriormente.

O período de coleta adotado parece ter sido suficiente para determinação confiável dos valores de EMAn, uma vez que Schang & Hamilton (1982) afirmaram ser necessário um período mínimo de 48 horas de alimentação e coleta. Tal fato também pode ser comprovado pela semelhança entre os valores médios obtidos para EMAn e os valores calculados para a ração da fase inicial de criação das aves, de cerca de 3.000 kcal/kg de ração (Tabela 12).

No entanto, os valores encontrados são semelhantes entre si, pois não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$), indicando não haver efeito da utilização das dosagens do extrato de erva mate ou da vitamina E sobre EMA e EMAn.

Tabela 19. Resultados obtidos para Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Energia Metabolizável Aparente corrigida para Nitrogênio (EMAn) na fase inicial.

TRATAMENTOS	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)
CN	3,237 ± 93,00	3,038 ± 76,58
250 EM	3,292 ± 64,02	3,098 ± 57,80
750 EM	3,273 ± 69,19	3,070 ± 62,75

Os resultados médios dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia bruta, em porcentagem, estão apresentados na Tabela 20.

Os resultados médios de 72,95% CMMS, 63,85% CMPB, 82,29% CMEE e 72,57% CMEB são próximos aos descritos na literatura para a fase inicial de criação de frangos de corte (colocar algumas referências de trabalhos que obtiveram médias parecidas).

Os resultados obtidos podem ser atribuídos ao fornecimento de dietas altamente digestíveis constituídas de milho e farelo de soja de boa qualidade, sendo muito difícil detectar aumentos na digestibilidade de algum nutriente da ração (Lee et al., 2003).

Tabela 20. Resultados médios obtidos para os coeficientes de metabolizabilidade da matéria-seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), do extrato etéreo (CMEE) e da energia bruta (CMEB)

Variáveis	Extratos de Mate (mg/kg)			CV (%)	Valor p
	0	250	750		
CMMS(%)	72,59	73,63	72,65	2,98	0,7036
CMPB (%)	64,69	65,58	61,30	5,71	0,1891
CMEE (%)	84,26	79,93	82,70	5,23	0,3078
CMEB (%)	72,11	73,26	72,35	2,16	0,4950

CV: Coeficiente de variação (%)

A adição dos dois níveis erva mate nas rações das aves não afetou significativamente ($P>0,05$) os resultados médios calculados para os coeficientes de metabolizabilidade, apesar dos baixos valores dos coeficientes de variação (CV) obtidos no experimento. No entanto, os resultados parecem coerentes com a ausência de melhorias no desempenho discutida no ensaio de desempenho.

De forma semelhante, em estudo realizado por Rizzo et al. (2010), além de não verificar efeitos significativos no desempenho de frangos de corte alimentados com a adição de três extratos vegetais na dieta, os autores não observaram resultados significativos ($P>0,05$) para os valores de EMA, EMAn ou na CMPB. Corroborando com o estudo, Barreto et al. (2008) também não encontraram diferenças significativas ($P>0,05$) nos tratamentos aplicados quanto ao valor de EMAn utilizando quatro fontes de óleos essenciais (orégano, cravo, canela e pimenta vermelha) na dieta de frangos.

Dados de estudos de metabolismo com a adição de extratos de plantas na dieta de frango de corte relataram resultados positivos na literatura, pois esses extratos podem ajudar na digestão, estimulando a ação de enzimas endógenas e melhorando a absorção de nitrogênio (Gill, 2001). O uso de óleos essenciais de plantas na dieta também foi relatado como sendo benéfico para a absorção de nutrientes em função do aumento das enzimas digestivas e a melhor utilização dos nutrientes através de funções hepáticas (Williams & Losa; 2001).

Da mesma forma, Mellor (2000) afirma que a adição a dieta de produtos vegetais podem melhorar a digestibilidade dos nutrientes através das secreções enzimáticas e estimular a produção de saliva, suco gástrico e pancreático nos animais. No entanto, não podem ser encontrados na literatura resultados de estudos que avaliam os efeitos da adição de erva mate sobre a digestibilidade dos nutrientes, especialmente para aves, o que dificulta a discussão dos resultados encontrados neste estudo.

6 CONCLUSÃO

A adição de 500 mg de extrato liofilizado de erva mate /kg de ração afetou negativamente o ganho de peso de frangos de corte na primeira semana de vida, porém não influenciou o desempenho nas semanas subsequentes. Ao final dos 38 dias de idade das aves, a utilização do extrato de erva mate ou da vitamina E nas concentrações estudadas não afetaram o desempenho das aves. Da mesma forma, o uso de diferentes dosagens de erva mate não afetou a energia metabolizável aparente ou corrigida para o nitrogênio, nem mesmo os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes durante a fase inicial.

No entanto, mais estudos são necessários para avaliar os efeitos decorrentes do acúmulo destes produtos na carne e produtos cárneos, uma vez que, devido à grande concentração de compostos antioxidantes, parecem melhorar o *status* antioxidante *in vivo* dos animais.

CAPÍTULO 3

1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da utilização de extrato de erva mate na nutrição de frango é pouco explorado, porém os dados já apresentados na literatura se mostram muito favoráveis para a continuidade das pesquisas, principalmente devido ao elevado potencial antioxidante desta planta no controle da oxidação lipídica da carne de frango.

Apesar do o consumo do extrato através da dieta não ter afetado o desempenho dos animais ao final do experimento, fato esse que pode ser explorado em posteriores estudos modificando a dosagem utilizada.

Estudos devem ser continuados para que identificar a dosagem recomendada, período e modo de utilização, assim como avaliações da qualidade física e química e da estabilidade dos lipídios da carne nas aves que receberam suplementação.

2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABPA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Disponível em: http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/producao_mundial_carne_frango_2012. Acessado em: 15 junho de 2014.

ALBINO, L. F. T. Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. Viçosa - MG, Tese (Doutorado em Zootecnia) – **Universidade Federal de Viçosa**, 141p. 1991.

ALMEIDA, A. P. S. Modificação da fração lipídica da carne de frango. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Estadual Paulista**, Araçatuba, 94p, 2007.

ANDERSEN, T.; FOGH, J. Weight loss and delayed gastric emptying following a South American herbal preparation in overweight patients. **Journal Human Nutritional Dietet.** v. 14, p. 243-250, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods analysis**. 15ed. Washington D. C., p. 1141, 1990.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**: Teoria e prática. Viçosa: UFV, p. 416, 2004.

ARAÚJO, J.M. A. **Química de Alimentos**: Teoria e Prática. Viçosa: UFV, 5ed, 2011.

ARÇARI, D. P.; BARTCHEWSKY, W.; DOS SANTOS, T. W.; OLIVEIRA, K. A.; FUNCK, A.; PEDRAZZOLI, J.; DE SOUZA, M. F.; SAAD, M. J.; BASTOS, D. H.; GAMBERO, A.; CARVALHO, O.; RIBEIRO, M. L. **Antiobesity effects of Yerba mate extract (*Ilex paraguariensis*) in high-fat diet-induced obese mice**. *Obesity*. v. 17, n. 12, p. 2127-2133, 2009.

ATHAYDE, M. L.; COELHO, G. C.; SCHENKEL, A. Caffeine and theobromine in epicuticular wax of *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. *Phytochemistry*. v. 55, p. 853-857, 2000.

AVANZO, J. L.; et al., Effect of vitamin E and Selenium on resistance to oxidative stress in chicken superficial pectoralis muscle. **Comparative Biochemistry and Physiology**. n.129, p. 163-173, 2001.

BAILEY, A. E. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**, John Wiley: Nova Yorque. v. 3, 5ed, 1996.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, London, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**. vol. 29 no. 1 São Paulo. 2006.

BARRETO, M. S. R.; MENTEN, J. F. M.; RACANICCI, A. M. C. ; PEREIRA, P. W. Z.; RIZZO, P. V. Plant extracts used as growth promoters in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.10, n.2, p.109-115, 2008.

BARRETO, S. L. T.; FERREIRA, W. M.; GONÇALVES, T. M. Níveis de proteína e vitamina E para matrizes de frangos de corte. 1. Efeito sobre o desempenho de matrizes, composição do ovo e desempenho da progênie. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, p. 183-192, 1999.

BASTOS, D. H. M.; ISHIMOTO, E. Y.; MARQUES, M. O. M.; FERRI, A. F.; TORRES, E. A. F. S. Essential oil and antioxidant activity of green mate and mate tea (*Ilex paraguariensis*) infusion. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 19, p, 538-543, 2006.

BASTOS, D. H. M.; OLIVEIRA, D. M.; MATSUMOTO, R. L. T.; CARVALHO, P. O.; RIBEIRO, M. L. Yerba maté: pharmacological properties, research and biotechnology. **Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology**. v. 1, p. 37-46. 2007.

BERGER, K. G.; HAMILTON, R. J. **Developments in Oils and Fats**; Chapman & Hall: London, cap. 7. 1995.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; **Química de los Alimentos**, Acribia: Zaragoza, 1988.

BERTÉ, K. A.; BEUX, M. R.; SPADA, P. K.; SALVADOR, M.; HOFFMANNRIBANI, R. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Yerba-Mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., Aquifoliaceae) Extract as Obtained by Spray Drying. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 59, p. 5523-5527, 2011.

BERSET, C.; CUVELIER, M. E.; **Sciences des aliments**. v. 16, p. 219. 1996.

BRACESCO, N.; SANCHEZ, A. G.; CONTRERAS, V.; MENINI, T.; GUGLIUCCI A. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. **Journal of Ethnopharmacology**. 2010.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, N. C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. **Cad. Tec. Vet. Zootec.**, n.31, p.23-28, 2001.

BOAVENTURA, B. C. B.; MURAKAMI, A. N. N.; PRUDENCIO, E. S.; MARASCHIN, M., MURAKAMI, F. S.; AMANTE, E. R. Enhancement of bioactive compounds content and antioxidant activity of aqueous extract of mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) through freeze concentration technology. **Food Research International**, v. 53, p. 686-692, 2013.

BOTTERWECK, A. A.; VERHAGEN, H.; GOLDOHM, R. A.; KLEINJANS, J.; VAN-DEN-BRANDT, P. A. Intake of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene and stomach cancer risk: results from analyses in the Netherlands Cohort Study. **Food and Chemical Toxicology**, Boston, v. 38, n. 7, p. 599-605, 2000.

BURRIS, K. P.; DAVIDSON, P. M.; STEWART JR, C. N.; HARTE, F. Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) aqueous extracts against *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus*. **Journal of Food Science**. v. 76, n. 6, p. M456-M462, 2011.

BURRIS, K. P.; DAVIDSON, P. M.; STEWART, C. N.; HARTE, F. M. Aqueous extracts of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) as a natural antimicrobial against *Escherichia coli* O157:H7 in a microbiological medium and pH 6.0 apple juice. **Journal of Food Protection**, v. 75, n. 4, p. 753-757, 2012.

CAO, G.; SOFIC, E.; PRIOR, R. L. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 3426-3431, 1996.

CHAHINE, M. H.; MACNEILL, R. F.; Effect of stabilization of crude whale oil with tertiary butylhydroquinone and other antioxidants upon keeping quality of resultant deodorized oil. A feasibility study. **Jornal American Oil Chemistry Social**. v. 51, p. 37-41, 1974.

CHIPAULT, J.R.; MIZUNO, G.R., HAWKINS, J.M.; LUNDBERG, W.O. The antioxidant properties of natural spices. **Food Research**, v. 17, p. 47-55, 1962.

COMBS, G. F. **The vitamins**. Vitamin E. London: Academic Press. c. 7. p. 189-222, 1991.

COMBS, G. F.; **The vitamins**. London: Academic Press. 4ed., c. 7, p. 192-225, 2012.

COSGROVE, J. P.; CHURCH, D. F.; Pryor, W. A.; **Lipids**. v. 22, p. 299, 1987.

COSTA, G. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S.; JUNIOR, J. G. de V. Níveis Dietéticos de Proteína Bruta para Frangos de Corte de 1 a 21 e 22 a 42 Dias de Idade. **Revista brasileira de zootecnia**. v. 30, n. 5, p. 1498-1505, 2001.

DECKER, E.A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? **Nutrition Reviews**, Nova Iorque, v. 55, n. 11, p. 396-407, 1997.

DE MORAIS, E. C.; STEFANUTO, A.; KLEIN, G. A.; BOAVENTURA, B. C.; DE ANDRADE, F.; WAZLAWIK, E.; DI PIETRO, P.F.; MARASCHIN, M.; DA SILVA, E. L. Consumption of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) improves serum lipid parameters in healthy dyslipidemic subjects and provides an additional LDL-cholesterol reduction in individuals on statin therapy. **Journal Agriculture Food Chemmist**. v. 57, n. 18, p. 8316-8324, 2009.

DIBNER, J. J.; ATWELL, C. A.; KITCHELL, M. L.; SHERMER, W. D.; IVEY, F. J. Feeding of oxidized fats to broilers and swine: effects on enterocyte turnover, hepatocyte proliferation and the gut associated lymphoid tissue. **Animal Feed Science and Technology**, v. 62, p. 1-13, 1996.

DOBARGANES, M. C.; VELASCO, J. Analysis of lipid hydroperoxides. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim. v. 104, n. 7, p. 420-428, 2002.

DUDONNÉ, S.; VITRAC, X.; COUTIÉ re, P.; WOILLEZ, M.; ME'RILLON, J.´ M. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. **Journal Agriculture Food Chemist**. v. 57, p. 1768-1774, 2009.

DURÁN, R. M.; PADILLA, R. B. **Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. Grassas y aceites**. v. 44, n. 2, p. 101-106, 1993.

DVORIN, A.; ZOREF, Z.; MOKADY, S.; NITSAN, Z. Nutritional aspects of hydrogenated and regular soybean oil added to diets of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 77, p. 820-825, 1998.

EIBL, B.; FERNANDEZ, R. A.; KOZARIK, J. C.; LUPI, A.; MONTAGINI, F.; NOZZI, D. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American Holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. **Sistems agroforestry**. v. 48, p. 1-8, 2000.

ENGBERG, R. M.; LAURIDSEN, C.; JENSEN, S. K. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on antioxidative status of broilers. **Poultry Science**, v. 75, p. 1003-1011, 1996.

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

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais Livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 43, p. 61-68, 1997.

FILIP, R.; DAVICINO, R.; ANESINI, C. Antifungal Activity of the Aqueous Extract of *Ilex paraguariensis* Against *Malassezia furfur*. **Phytotherapy research**. v. 24, p. 715-719, 2010.

FILIP, R., LÓPEZ, P.; COUSSIO, J.; FERRARO, G. Mate substitutes or adulterants: study of xanthine content. **Phytotherapy Research**. v. 12, p. 129-131, 1998.

FILIP, R.; LÓPEZ, P.; GIBERTI, G.; COUSSIO, J.; FERRARO, G. Phenolic compounds in seven South American *Ilex* species. **Phytotherapy**. v. 72, p. 774-778, 2001.

FRANKEL, E.N. Lipid oxidation. **Prog. Lipid Res.** v. 19, p. 1-22, 1980.

FUKAYAMA E. H.; BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A.; KATO, R. H.; MURGAS, L. D. S. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2316-2326, 2005.

GAIOTTO, J. B. Determinação da energia metabolizável de gorduras e sua aplicação na formulação de dietas para frangos de corte. Tese Doutorado - **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba. p. 82, 2004.

GALVIN, K.; MORRISEY, P. A.; BUCKLEY, D. J. Influence of dietary vitamin E and oxidised sunflower oil on the storage stability of cooked chicken muscle. **British Poultry Science**, v. 38, p. 499-504, 1997.

GILL, C. Safe and sustainable feed ingredients. **Feed Intake**. v. 22, n. 3, p. 40-45, 2001.

GIULIAN, E.; SANTOS, C. E. I.; SHUBEITA, S. M.; SILVA, L. M.; DIAS, J. F.; YONEAMA, M. L. Elemental Characterization of Commercial Mate Tea Leaves (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) before and after Hot Water Infusion Using Ion Beam Techniques **Journal of Agriculture Food Chemistic**. v. 55, p 741-746, 2007.

GORGEN, M.; TURATTI, K.; MEDEIROS, A. R.; BUFFON, A.; BONAN, C. D.; SARKIS, J. J. F.; PEREIRA, G. S. Aqueous extract of *Ilex paraguariensis* decreases nucleotide hydrolysis in rat blood serum. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 97, p. 73-77, 2005.

GORZALCZANY, S.; FILIP, R.; LONSO, M. R.; Choleric effect and intestinal propulsion of 'mate' (*Ilex paraguariensis*) and its substitutes or adulterants. **Journal Ethnopharmacol.** v. 75, p. 291-294, 2001.

GUGLIUCCI, A.; BASTOS, D. H. Chlorogenic acid protects paraoxonase 1 activity in high density lipoprotein from inactivation caused by physiological concentrations of hypochlorite. **Fitoterapia**, v. 80, p, 138-142, 2009.

GUGLIUCCI, A.; BASTOS, D. H.; SHULZE, J.; SOUZA, M. F. Caffeic and chlorogenic acids in *Ilex paraguariensis* extracts are the main inhibitors of AGE generation by methylglyoxal in model proteins. **Phytotherapy**. v. 80, p. 339-344, 2009.

HALLIWELL, B. Oxidative stress and cancer: have we moved forward. **Journal Biochemist**. v. 401, p. 1-11, 2009.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, New York, v. 52, n. 8, p. 253-265, 1994. (a)

HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*), a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. **Journal of Food Science**. v. 72, p. R138–R151. 2007.

HUSSEIN, G. M.; MATSUDA, H.; NAKAMURA, S.; HAMAO, M.; AKIYAMA, T.; TAMURA, K.; YOSHIKAWA, M. Mate tea (*Ilex paraguariensis*) promotes satiety and body weight lowering in mice: involvement of glucagon-like peptide-1. **Biol Pharm Bull**. v. 34, n. 12, p. 1849-1855, 2011.

ISLABÃO N. **Vitaminas: seu metabolismo no homem e nos animais**.. Nobel, São Paulo. 2ª ed, 201p. 1987.

ISOLABELA, S.; COGOI, L.; LÓPEZ P.; ANESINI C.; FERRARO G.; FILIP R. Study of the bioactive compounds variation during yerba mate (*Ilex paraguariensis*) processing. **Food Chemistry**. v. 122, p. 695–699, 2010.

JAYATHILAKAN, K.; SHARMA, G. K.; RADHAKRISHNA, K.; BAWA, A. S. Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed-over-flavour in different species of meat. **Food Chemistry**, v. 105, p. 908–916. 2007.

JUNQUEIRA, O. M. ANDREOTTI, M. O.; ARAÚJO, L. F.; DUARTE, K. F.; CANCHERINI, L. C.; RODRIGUES, E. A. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.

KANG, Y. R.; LEE, H. Y.; KIM, J. M.; MOON, D. I.; SEO, M. Y.; PARK, S. H.; CHOI, K. H.; KIM, C. R.; KIM, S. H.; OH, J. H.; CHO, S. W.; KIM, S. Y.; KIM, M. G.; CHAE, S. W.; KIM, O.; OH, H. G. Anti-obesity and anti-diabetic effects of Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. **Lab. Animal Research**. v. 28, n. 1, p. 9-23, 2012.

KENNEDY, D.G. et al. The effects of increased vitamin E supplementation on profitable commercial broiler production. **Poultry Nutritional Soc**, v.50, n.3, p.179, 1991.

LABUZA, T. P.; Kinetics of lipid oxidation in foods. **Critical Reviews in Food Science**. v. 3, p. 355-405, 1971.

Lactobacilo. Disponível em: <http://www.lactobacilo.com/nutrientes.htm#anchGorduraTrans>. Acessado em: 02 de março de 2013.

LAURIDSEN, C.; BUCKEY, D. J.; MORRISEY, P. A. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on α -tocopherol levels and fatty acid profiles in chicken muscle membranous fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. **Meat Science**, v. 46, p. 9-22, 1997.

LEE, K. W.; EVERTS, H.; KAPPERT, H. J.; YEOM, K. H.; BEYNEN, A. C. Dietary carvacrol lowers body weight but improves feed conversion in female broilers chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens. v.12, p. 394-399, 2003.

LEONEL, F. R. Efeito da vitamina E sobre os parâmetros quantitativos e qualitativos da carne de frango submetida ou não à irradiação e armazenada por diferentes períodos. Dissertação - **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal**. 61p. 2004.

LI, Y.; MOORE, R. B.; QIN, J. G.; SCOTT, A.; BALL, A. S. Extractable liquid, its energy and hydrocarbon content in the green alga *Botryococcus braunii*. **Biomass and Bioenergy**, v. 52, n. 0, p. 103-112, 2013.

LIST, G. R.; EVANS, C. D.; WARNER, K.; BEAL, R. E.; KWOLEK, W. F.; BLACK, L. T.; MOULTON, K. J. Quality of oil from damaged soybeans. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 54, n. 1, p. 8-14, 1977.

LUNCEFORD, N.; GUGLIUCCI, A.; *Ilex paraguariensis* extracts inhibit AGE formation more efficiently than green tea. **Phytotherapy**. v. 76, p. 419-427. 2005.

MADHAVI, D. L., SALUNKHE, D. K. Antioxidants. **Food Additive Toxicology**, New York: Marcel Dekker, p. 89-177, 1997.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Listagem dos aditivos autorizados. <http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-autorizados>, Acessado em 19 de fevereiro de 2015.

MARIUTTI L. R. B.; BRAGAGNOLO N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa - MG, UFV, 2000,

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B.; **Bioquímica Básica**. 3^a ed. c. 6, p. 87-98, 2007.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, N. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report University of Connecticut, Agriculture Experimental Station**, v. 7, n. 7, p. 3-11, 1965.

MEINHART, A. D., BIZZOTTO, C. S.; BALLUS, C. A.; POLONI RYBKA, A. C.; SOBRINHO, M. R.; CERRO-QUINTANA, R. S. Methylxanthines and phenolics content extracted during the consumption of mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) beverages. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 58, p. 2188-2193, 2010.

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

MELO, S. S.; NUNES, N. S. I.; BAUMGARTEN, C.; TRESSOLDI, C.; FACCIN, G.; ZANUZO, K.; MICHELS, M. K.; CUNHA, N.; SPECHT, S.; SILVA, M. W. Efeito da erva mate (*Ilex paraguariensis* A. ST. HIL.) sobre o perfil metabólico em ratos alimentados com dietas hiperlipídicas. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara. v. 18, n. 4, p. 439-447, 2007.

MELLOR, S. Alternatives to antibiotic. *Pig Progress*, v.16, p.18-21, 2000.

NAMIKI, M.; Antioxidants/antimutagens in food. *Journal of Nutrition*. v. 29, p. 273-300, 1990.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Lipids. **Lehninger Principles of Biochemistry**. Nova Iorque: W. H. Freedman Company. 5ed, p. 343-370, 2008.

NAVEENA, B. M.; SEN, A. R.; VAITHIYANATHAN, S.; BABJI, Y.; KONDAIAH, N. Comparative eddicacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. **Meat Science**, Oxford, UK, v. 80, n. 4, p. 1304-1308, 2008.

OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais – Silvicultura da Erva-Mate. **Curitiba: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas**. p. 17-36, 1985.

OLOMU, J. L.; BARACOS, V. E. Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign. v. 70, n. 8, p. 1403-1411, 1991.

PAGLIOSA, C. M.; VIEIRA, M. A.; PODESTÁ, R.; MARASCHIN, M.; ZENI, A. L. B.; AMANTE, E. R.; AMBONI, R. D. D. C. M.. Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **Food Chemistry**. v. 122, p. 173-178, 2010

PAIM, A. N. Utilização de gordura oxidada em dietas de frango de corte. Dissertação (Mestrado). **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba. 93p. 2011.

PANG, J.; CHOI, Y.; PARK, T. *Ilex paraguariensis* extract ameliorates aobesity induced by high-fat: Potential role of AMPK in the visceral adipose tissue. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. v. 476, n. 2, p. 178-185, 2008.

POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. **International Journal of Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v. 67, n. 5, p. 289-297, 1997.

PRATT, D. E. Natural antioxidant from plant mineral. **Washington: American Chemical Society**. p. 54-71, 1992.

PRZYGODDA, F.; MARTINS, Z. N.; CASTALDELLI, A. P. A.; MINELLA, T. V.; VIEIRA, V. P.; CANTELLI, K.; FRONZA, J.; PADOIN, M. J. Effect of erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae) on serum cholesterol, triacylglycerides and glucose in Wistar rats fed a diet supplemented with fat and sugar. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Curitiba, v. 20, n. 6, p. 956-961, 2010.

QUINTEIRO, L. M. C.; VIANNI, R. Características e estabilidade de óleos de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, Campinas, v.15, n.1, p. 29-36, 1995.

RACANICCI, A. M. C.; MENTEN, J. F. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; GAIOTTO, J. B.; LONGO, F. A.; PEDROSO, A. A.; SORBARA, J. O. B. Oxidação lipídica do óleo de vísceras de aves para redução de seu conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 919-923, 2004.

RACANICCI, A. M. C.; DANIELSEN, B.; SKIBSTED, L. H. Mate (*Ilex paraguariensis*) as a source of water extractable antioxidant for use in chicken meat. **European Food Research and Technology**. v. 227, p. 255-260, 2008.

RACANICCI, A. M. C.; MENTEN, J. F. M.; ALENCAR, S. M.; BUISSA, R. S.; SKIBSTED, L. H. Mate (*Ilex paraguariensis*) as dietary additive for broilers: performance and oxidative stability of meat. **European Food Research and Technology**. v. 232, p. 655-661, 2011.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidante utilizado em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**. v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAZA, F.K.; KHAN, S.A.; RAZA, A. Effect of vitamin E and deficiency and excess on immune system of broiler chickens. **Int. Journal Animal Science**, v. 12, p. 39-41, 1997.

REGLERO, R. G. J.; TABERA, G. J. J.; BALLESTER, S. L.; BUENO, M. J. M. Proceso de extracción con fluidos supercíticos para la producción de antioxidantes naturales Y Antioxidante Obtenido Mediante Dicho Proceso. **Patente Espan**. v. 2, p. 992-996, 1999.

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

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: UFV. 141p. 2000.

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

SANTOS, E. C. S.; BICCA, M. A.; BLUM-SILVA, C. H.; COSTA, A. P. R.; DOS SANTOS, A. A.; SCHENKEL, E. P.; FARINA, M.; REGINATTO, F. H.; DE LIMA, T. C. M. Anxiolytic-like, stimulant and neuroprotective effects of *Ilex paraguariensis* extracts in mice. **Neuroscience**. v. 292, p. 13-21, 2015.

SCHANG, M.J.; HAMILTON, R.M.G. Comparison of two bioassays using adults cocks and four indirect methods for estimating the metabolizable energy content of different feeding stuffs. **Poultry Science**, v.61, p.1344-1353, 1982.

SCHINELLA, G. R.; TROIANI, G; DAVILA, V.; DE BUSCHIAZZO, P. M.; TOURNIER, H. A. Antioxidant effects of an aqueous extract of *Ilex paraguariensis*. **Biochem Biophys Reserch Commun.** v. 269, p. 357–360, 2000

SIBBALD, I. R., MORSE, P. M. Provision of supplemental feed and the application of a nitrogen correction in bioassays for the true metabolizable energy. **Poultry Science**, v.62, p. 1587-1605, 1983.

SIES, H., STAHL, W. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 62, n. 6, p. 1321, 1995.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A.; **Química. Nova.** v. 22, p. 94, 1999.

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

SIMIC, M. G.; JAVANOVIC, S. V.; Inactivation of oxygen radicals by dietary phenolic compounds in anticarcinogenesis; Ho, C. T.; Osawa, T.; Huang, T. M.; Rosen, R. T., eds.; **Food Phytochemicals for Cancer Prevention**, Washington, p. 20, 1994.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, Pasadena, v. 299, p.152-178, 1999.

SMET, I.; VOß, U.; JÜRGENS, G.; BEECKMAN, T. Receptor-like kinases shape the plant. **Nature Cell Biology**, v. 11, n. 10, p. 1166-1173, 2009.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição.** v. 15, p. 71-81, 2002.

SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; PELICANO, E.R.L. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista Português Ciencia Veterinária**, v. 101, p. 87-94, 2006.

STATISTICAL Analysis System - SAS Institute 2002. SAS[®]. User's Guide: Statistics. Version 9.1. 4.ed., Cary. NC. 2002.

TOLEDO, M. C. F.; ESTEVES, W.; HARTMANN, V. E. M.; Eficiência de antioxidantes em óleo de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 5, n. 1, p. 1-11, 1985.

VIEIRA, M. A.; MARASCHIN, M.; PAGLIOSA, C. M.; PODESTÁ, R.; DE SIMAS, K. N.; ROCKENBACH, I. I.; AMBONI, R. D.; AMANTE E. R. Phenolic acids and methylxanthines composition and antioxidant properties of mate (*Ilex paraguariensis*) Residue. **Journal of food science**. v. 7, p. 283- 285, 2010.

WILLIAMS, P.; LOSA, R. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. **World Poultry-Elsevier**, v. 17, n. 4, p. 14-15, 2001.

WRÓBEL, K.; WRÓBEL, K. A.; URBINA, E. D. C. Determination of total aluminum, chromium, copper, iron, manganese, and nickel and their fractions leached to the infusions of black tea, green tea, *Hibiscus sabdariffa*, and *Ilex paraguariensis* (mate) by ETA-AAS. **Biology Element Research**. v. 78, issue 1-3, p. 271-280, 2000.

ANEXOS

ANEXO 1



ESPECIFICAÇÃO

Revisão(ões)		
Rev	Data	Revisor
3	12/02/2013	JBATISTA
2	04/01/2013	FANGELLA
1	30/07/2012	MDSANTOS

RQ2-059 Rev.00

Página 1 / 1 - Impressa em: 10/09/2013 09:05:23

MATE EXTRATO SECO

Cód/Produto : 81045 - Mate Extrato Seco 2-6 % Orgânico

Nome Científico : *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.

Parte Usada : Folha

Excipientes Utilizados : Nenhum

Solvente de Extração : Água (65-85 %) e Etanol (15-35 %)

Origem da Droga Vegetal : Brasil

Ratio : 4 - 6:1

Conservantes : Nenhum

Processo de Produção : Extração/Concentração/Secagem

Fabricado no : Brasil

Familia : Aquifoliaceae Bercht. & J. Presl

ANÁLISES	ESPECIFICAÇÃO	MÉTODO
Físico-químicas		
Aspecto	Pó Fino Higroscópico	IT2-100
Cafeína (HPLC) %	2,00 - 6,00	IT2-115
CCD - Mate	Perfil Cromatográfico Positivo	IT2-331
Cinzas Totais %	Informativo	IT2-003
Cor	Pardo Esverdeado	IT2-100
Granulometria	Mín. 98% 40 mesh	IT2-107
Odor	Sem Diferenças Significativas	IT2-168
pH (sol. 10%)	4,50 - 6,50	IT2-100
Resíduo de Etanol %	Max 0,500	IT2-199
Solubilidade em Água	Solúvel a Parcialmente Solúvel	IT2-360
Umidade %	Max 6,00	IT2-100
Microbiologia		
Bactérias Totais	< 10.000 UFC/g	IT2-046
Escherichia coli	Ausente em 1 g	IT2-047
Fungos e Leveduras	< 100 UFC/g	IT2-046
Pseudomonas aeruginosa	Ausente em 1 g	IT2-047
Salmonella sp	Ausente em 10 g	IT2-047
Staphylococcus aureus	Ausente em 1 g	IT2-047

Obs. : O monitoramento de Aflatoxinas B1 (Max. 2,0 g/kg), Aflatoxinas B1+B2 +G1+G2 (Max. 4,0 g/kg), Metais Pesados (As - Max 1,0 ppm; Cd - Max. 0,5 ppm; Hg - Max. 0,1 ppm; Pb - Max. 1,0 ppm) e Resíduo de Pesticidas (De acordo com Lei CE e Ph Eur (Item 2.8.13)) é realizado de acordo com procedimentos internos estabelecidos pelo fabricante.

Validade : 02 ano(s)

Armazenagem : O produto deve ser armazenado em recipientes bem fechados, protegidos do calor e da umidade. Embalagens abertas devem ser fechadas imediatamente.

Embalagem : Barrica de fibra de 25 kg contendo embalagem plástica dupla.

Vanessa Marques Miranda Pelegrini
Responsável Técnico CRF/SP 29.819

Fabricante: Anidro do Brasil Extrações S.A. - Grupo Centrollora
CNPJ: 66.715.459/0002-60 e Inscrição Estadual: 224.081.020.114
Endereço: Rodovia Eduardo Zucari, km 21,5 - Zona Rural Botucatu/SP - Brasil CEP: 18.603-970
Telefone: +55 14 3811-3520 / +55 14 3815-3772
E-mail: sac@centrollora.com.br Web: www.centrollora.com.br