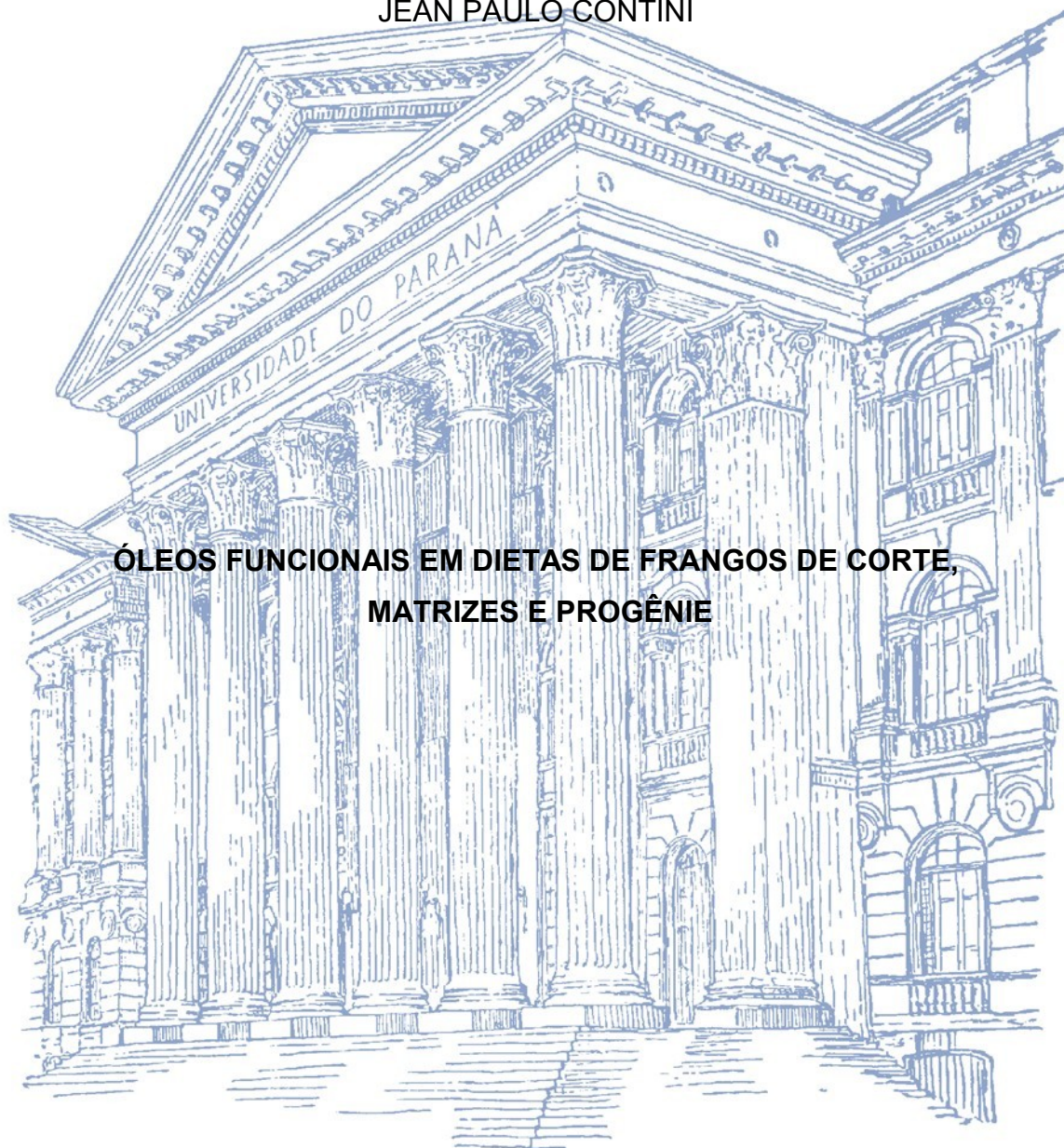


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JEAN PAULO CONTINI



**ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE,
MATRIZES E PROGÊNIE**

PALOTINA-PR

2016

JEAN PAULO CONTINI

**ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE,
MATRIZES E PROGÊNIE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, área de concentração em Produção Animal, linha de pesquisa em Nutrição e Produção Avícola, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Jovanir Inês Müller
Fernandes

PALOTINA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C762 Contini, Jean Paulo

Óleos funcionais em dietas de frangos de corte,
matrizes e progênie / Jean Paulo Contini

- Palotina, 2016

136f.

Orientador: Jovanir Inês Müller Fernandes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do
Paraná, Setor Palotina, Programa de Pós-Graduação em
Ciência animal.

1. Estresse oxidativo. 2. Frangos de corte .
3. Óleos funcionais. I. Fernandes, Jovanir Inês Müller
.II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDU 636.6

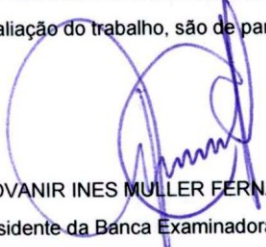



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor PALOTINA
Programa de Pós-Graduação CIÊNCIA ANIMAL


TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JEAN PA CONTINI** intitulada: **ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE, MATRIZES E PRÓGENIE**, após ter sido ~~inquirido o aluno e realizado e realizado a avaliação do trabalho~~, são de parecer pela sua aprovação

Palotina, 01 de Dezembro de 2016.


JOVANIR INES MULLER FERNANDES
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


ALEXANDRE PIRES ROSA
Avaliador Externo (UFSM)


DAIANE GULLICH DONIN
Avaliador Externo (UFPR)

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Jean Paulo Contini, filho de Neucir Contini e Neiva Pizzatto Contini, nascido em Lindóia do Sul – SC em 08/02/1991.

É formado em medicina veterinária pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, setor Palotina, no ano de 2014.

Em Março de 2014 foi contratado pela empresa C.VALE – Cooperativa Agroindustrial em Palotina - PR como veterinário de matrizes de frangos de corte, onde trabalhou por dois anos.

Em Março de 2016 assumiu a supervisão dos matrizeiros da C. VALE – Cooperativa Agroindustrial em Palotina – PR.

Em fevereiro de 2015 ingressou no mestrado em Ciência Animal, no programa de pós-graduação da Universidade Federal do Paraná – Palotina.

Aos meus pais Neucir e Neiva, por serem meu grande exemplo e meu porto seguro.
À Jovanir, por todas as portas que me ajudou e ensinou abrir e por acreditar em mim.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A gratidão é reconhecer que a caminhada não foi solitária. É assumir e compartilhar que seus feitos dependeram de bons amigos. É assumir que precisamos ter pessoas ao nosso lado.

Nesse momento, tenho muitos a quem agradecer, porque de fato, muito eu recebi na jornada do mestrado.

À Deus eu agradeço pela vida e por me conduzir no melhor dos caminhos.

Aos meus pais, por serem minha base e meu porto seguro. Por todas as vezes que estenderam a mão quando precisei. Se não fossem vocês, eu não teria conseguido. Sei que morar longe de casa não é fácil, mas ao mesmo tempo saber que estamos perto e unidos pelo coração me motiva ir mais à frente. Amo muito vocês.

À minha irmã Renata, por todo o apoio mesmo distante. Sei que você vai longe, pois é muito inteligente e dedicada no que faz. Tenho orgulho por ser seu irmão.

À minha namorada Tairine por me apoiar sempre e por dividir seu tempo comigo, escutando e me dando força para seguir em frente. Por ter me ajudado com os experimentos e por ter deixado os dias difíceis mais suaves e suportáveis. Agradeço a Deus por ter entrado em minha vida. Te amo muito.

À professora, orientadora, grande amiga, exemplo de pessoa e profissional Jovanir Inês Muller Fernandes. Do que consegui até hoje, como pessoa e como profissional, boa parte se devem a sua dedicação e a seu exemplo. Foi uma mãe longe da minha casa por 7 anos. Sempre admirei a sua forma de trabalhar e tive sorte por bater em sua porta no primeiro ano de faculdade e conseguir aquele estágio no laboratório. Tenho certeza que não poderia ter feito uma escolha melhor. Minha eterna gratidão. Pode contar comigo sempre.

Aos membros do Laboratório de Experimentação Avícola (LEA). Um obrigado muito especial e com muito carinho. Com eterna gratidão aos meus companheiros de pós graduação: Alvaro, Adrieli, Anete, Daiana, Fabricio, Glauber, Jamile, Joice, Mayra e Raquel.

Ao grupo de alunos, estagiários e alunos de iniciação científica que se dedicaram muito para que meus experimentos fossem realizados: Alexandra,

Daiane, Eliana, Elisangela, Fernanda, Heloísa, Jonas, Krishna, Luis Miguel, Mauricio e Thais, podem contar comigo. Espero um dia retribuir a ajuda de vocês. Nessas ocasiões é que percebemos o valor do trabalho de uma equipe dedicada e o quanto devemos prezar por boas amizades.

Ao Viott e ao Álvaro por abrirem mão de seu tempo para me ajudar, muito obrigado.

À Adrieli, Anete, Daianna, Daiane, Heloisa, Joice, Jonas, Mauricio e Luiz por se dedicarem tanto com meus experimentos. Vocês foram fundamentais. Muito obrigado de coração.

À Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, que novamente abriu as portas e me acolheu por dois anos.

Aos professores do programa de pós graduação, por todos os ensinamentos e tempo que dedicaram a repassar seu conhecimento.

À empresa C.VALE, por abrir as portas e permitir a realização do mestrado, conciliando com o trabalho. Em especial ao Maykon, Fabio, Pedro e Molin, por toda a ajuda neste período.

À empresa Oligo Basics por ter possibilitado a realização desta pesquisa, dando todo o suporte necessário para a realização das análises.

“Há um ditado chinês que diz que, se dois homens vêm andando por uma estrada, cada um carregando um pão, ao se encontrarem, eles trocam os pães; cada um vai embora com um. Porém, se dois homens vêm andando por uma estrada, cada um carregando uma ideia, ao se encontrarem, trocam as ideias; cada um vai embora com duas. Quem sabe, é esse mesmo o sentido do nosso fazer: repartir ideias, para todos terem pão...”

Cortella

RESUMO

A utilização de antibióticos promotores de crescimento (APC) nas dietas de matrizes e frangos de corte é uma estratégia que permite atingir elevados índices produtivos e sanitários. Porém, limitações no uso dos APC têm forçado a indústria e centros de pesquisas a buscarem produtos alternativos que possam substituir os APC. Os óleos funcionais (OF) já são utilizados como aditivos e podem exercer tal função. O objetivo foi avaliar a substituição dos antibióticos promotores de crescimento por óleos funcionais nas dietas de matrizes e da progênie, sobre o desempenho produtivo e reprodutivo da matriz e os efeitos na progênie e em aves desafiadas. Foram realizados três experimentos. No experimento 1, foram alojadas 16400 fêmeas e 1722 machos da linhagem Ross AP 95 divididos em dois aviários, sendo o aviário 1 – Tratamento controle com a adição de APC e o aviário 2 – Tratamento com OF. Para o experimento, foi contabilizado os ovos totais produzidos, os ovos incubáveis, os percentuais de fertilidade, eclosão e eclodibilidade. O peso do pintinho, peso do ovo, percentual de gema, percentual de albúmen, espessura da casca, embriodiagnóstico e a peroxidação lipídica da gema também foram avaliados. A análise estatística foi realizada através de regressão logística, utilizando o procedimento GENMOD do programa SAS. Houve efeito negativo do uso dos OF ($p < 0,05$) para a produção de ovos totais em algumas semanas e nas primeiras semanas para ovos incubáveis; nas semanas intermediárias e finais houve efeito positivo da utilização dos OF na produção de ovos incubáveis. Houve efeito positivo do uso dos OF ($p < 0,05$) para fertilidade, eclosão, eclodibilidade, embriodiagnóstico e espessura da casca. Para peso do ovo e peso do pintinho houve efeito negativo ($p < 0,05$) do uso dos OF em algumas semanas. Houve efeito linear decrescente para os valores de malonaldeído das gemas de ovos que receberam OF. No experimento 2, foram alojados 1440 pintos distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (dieta materna suplementada ou não com óleos funcionais vs dieta da progênie suplementada ou não com óleos funcionais) totalizando 4 tratamentos, 9 repetições e 36 unidades experimentais com 40 aves cada. Os tratamentos consistiram de: Tratamento A: Dieta materna controle com bacitracina metileno dissalicilato + dieta da progênie controle com enramicina, Tratamento B: Dieta materna controle com bacitracina metileno dissalicilato + dieta da progênie com óleos funcionais, Tratamento C: Dieta materna com óleos funcionais + dieta da progênie controle com enramicina e Tratamento D: Dieta materna com óleos funcionais + dieta da progênie com óleos funcionais. A análise estatística dos dados foi realizada pelo procedimento GLM do software SAS. A suplementação com óleos funcionais resultou em desempenho produtivo semelhante aos 42 dias de idades. Houve interação entre os tratamentos para os valores de DPPH ($p < 0,05$). A suplementação de óleos funcionais na dieta materna ou na dieta da progênie melhorou a atividade antioxidante. Aves provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais apresentaram maior ($p < 0,05$) peso de carcaça e peso de coxa aos 42 dias de idade. A suplementação da dieta da progênie com óleos funcionais reduziu ($p < 0,05$) o rendimento da carcaça dos frangos ao abate, independente da suplementação materna. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos tratamentos para o rendimento de cortes nobres e deposição de gordura. A qualidade e a estabilidade oxidativa da carne *in natura* e armazenada não foi alterada pela suplementação de óleos funcionais ($p > 0,05$) na dieta materna ou da progênie. No experimento 3, foram

distribuídas 640 aves em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (com e sem desafio vs 4 dietas) totalizando 8 tratamentos e 8 repetições de 10 aves cada. As dietas consistiram de: Dieta basal isenta de APC e anticoccidiano, dieta basal com APC I (Salinomocina) + óleos funcionais, dieta basal com APC II (Enramicina) + óleos funcionais e dieta basal + Óleos Funcionais. Aos 21 dias de idade, foi avaliado o desempenho produtivo e sacrificadas 16 aves/tratamento para avaliação da saúde intestinal e expressão de citocinas inflamatórias. A análise estatística dos dados foi realizada pelo procedimento GLM do software SAS. Aves desafiadas apresentaram menor ($p < 0,05$) peso vivo e ganho de peso, menor ($p < 0,05$) profundidade de cripta do duodeno e menor ($p < 0,05$) largura de cripta no jejuno quando comparadas com o tratamento controle. Houve uma interação ($p < 0,05$) entre desafio e dieta para a relação número de criptas:número de vilos, onde aves criadas sobre a cama nova e suplementadas com dietas isentas de aditivos apresentaram maior número de criptas em relação ao número de vilos. Aves desafiadas apresentaram menor ($p < 0,05$) quantidade de células PCNA positivas e aves suplementadas com APC I+OF apresentaram maior contagem de células PCNA positivas quando comparadas com as demais dietas. Aves que receberam a dieta controle e a dieta com óleos funcionais apresentaram maior ($p < 0,05$) concentrações de TNF- α quando comparadas com as aves que receberam dieta com APC I+OF e dieta APC II+ OF. A substituição dos promotores de crescimento por óleos funcionais nas dietas das matrizes pesadas e na dieta da progênie é uma alternativa viável, porém mais estudos precisam ser realizados para entender o funcionamento dos aditivos promotores e dos óleos funcionais na dieta de aves criadas em condições de desafio sanitário.

Palavras chaves: Antibiótico promotor de crescimento, estresse oxidativo, frangos de corte, matrizes pesadas, óleos funcionais.

ABSTRACT

The use of antibiotic growth promoters (AGP) in broiler diets and broiler breeders' diets is a strategy that allows high production and sanitary indices to be achieved. However, limitations in the use of AGP have forced industry and research centers to seek alternative products that can replace AGP. Functional oils (FO) are already used as additives and can exert such a function. The objective was to evaluate the replacement of growth promoting antibiotics by functional oils in the broiler breeders and offspring diets on the productive and reproductive performance of the broiler breeders and the effects on offspring and challenged birds. Three experiments were carried out. In experiment 1, a total of 16400 females and 1722 males, Ross AP 95 broiler breeders were divided into two houses according to the treatment, as it follows: 1) control with AGP and 2) treatment with FO. For the experiment, it was recorded the total produced eggs, hatching eggs, fertility percentage, hatching and hatchability. The weight of the chick, egg weight, yolk percentage, albumen percentage, shell thickness, embryo diagnosis and lipid peroxidation of the yolk were also assessed. Statistical analysis was performed using logistic regression using the GENMOD procedure of SAS program. There was negative effect of FO ($p < 0.05$) for the total egg production in some weeks throughout production and in the early weeks for hatching eggs; in the intermediate and last weeks there was a positive effect on the production of hatching eggs for the birds fed FO. There was a positive effect of the FO use ($p < 0.05$) for fertility, hatching, hatchability, embryodiagnosis and shell thickness. For chick and egg weight, there was a negative effect ($p < 0.05$) of the FO use in specific weeks. There was a decreasing linear effect on malondialdehyde values of egg yolks receiving FO. In experiment 2, 1440 chicks were distributed in a completely randomized design in a 2 x 2 factorial scheme (diet supplemented or not with functional oils versus offspring diet supplemented or not with functional oils) totaling 4 treatments, 9 replicates and 36 experimental units with 40 birds each. The treatments consisted of: Treatment A: Maternal diet control with bacitracin methylene disalicylate + offspring control diet with enramycin, Treatment B: Maternal diet control with bacitracin methylene disalicylate + offspring diet with functional oils, Treatment C: Maternal diet with functional oils + offspring diet control with enramycin and treatment D: Maternal diet with functional oils + offspring diet with functional oils. Statistical analysis was performed by SAS software GLM procedure. Supplementation with functional oils resulted in similar performance at 42 days of age. There was an interaction between treatments for DPPH values ($p < 0.05$). Supplementation of functional oils in the maternal diet or the offspring diet improved antioxidant activity. Birds from supplemented female breeders with functional oils had higher ($p < 0.05$) carcass weight and thigh weight at 42 days of age. Supplementation of the offspring diet with functional oils reduced ($p < 0.05$) the carcass weight at slaughter, regardless of breeder supplementation. There was no significant effect ($p > 0.05$) of treatments for yield of prime-cuts and fat deposition. The quality and oxidative stability of fresh meat and stored meat were not altered by supplementation with functional oils ($p > 0.05$) in the maternal diet or offspring diet. In experiment 3, 640 birds were distributed in a completely randomized design in a 2x4 factorial scheme (with and without challenge versus 4 diets), totaling 8 treatments and 8 replicates with 10 birds each. Diets consisted of: AGP and anticoccidial free basal diet, basal diet with AGP I (Salinomycin) + functional oils, basal diet with AGP II (Enramycin) + functional oils

and basal diet + functional oils. At 21 days of age, the productive performance was evaluated and 16 birds / treatment were sacrificed for evaluation of intestinal health and expression of inflammatory cytokines. Statistical analysis of the data was performed using the GLM procedure of the SAS software. Challenged birds presented lower ($p < 0.05$) live weight and lower weight gain, lower ($p < 0.05$) crypt depth of the duodenum and lower ($p < 0.05$) crypt width in the jejunum when compared to the control treatment. There was an interaction ($p < 0.05$) between challenge and diet for the number of crypts: number of villi where birds raised on the new bedding and supplemented with diets free of additives presented higher number of crypts in relation to the number of villi. Challenged birds presented lower ($p < 0.05$) amount of PCNA positive cells and birds supplemented with AGP I + FO had higher counts of PCNA positive cells when compared to the other diets. Birds that received the control diet and the diet with functional oils showed higher ($p < 0.05$) TNF- α concentrations when compared to the birds that received AGP I + FO diet and AGP II + FO diet. The replacement of growth promoters by functional oils in the diets of the broilers breeders and the offspring diet is a viable alternative; however, more studies must be carried out to understand the function of the promoter additives and the functional oils in the diet of birds raised under challenging sanitary conditions.

Key-words: antibiotic growth promoting, oxidative stress, broilers, broiler breeders, functional oils

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FIGURA 1: PERCENTUAIS DE PRODUÇÃO TOTAL DE OVOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO.....	51
FIGURA 2: PERCENTUAIS DE PRODUÇÃO DE OVOS INCUBÁVEIS DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO	52
FIGURA 3: PERCENTUAIS DE FERTILIDADE DE OVOS INCUBÁVEIS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO.....	53
FIGURA 4: PERCENTUAIS DE ECLOSÃO DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO.....	55
FIGURA 5: PERCENTUAIS DE ECLODIBILIDADE DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS 26 E 46 SEMANAS DE PRODUÇÃO.....	56
FIGURA 6: EMBRIODIAGNÓSTICO DE OVOS INCUBADOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO	57
FIGURA 7: PESO DOS OVOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 25 E 49 DE PRODUÇÃO	60
FIGURA 8: PERCENTUAL DE GEMA, ALBÚMEN E ESPESSURA DA CASCA DE OVOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 25 E 49 SEMANAS.....	61

FIGURA 9: PESO DOS PINTINHOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO	62
FIGURA 10: CONCENTRAÇÃO DE MALONALDEÍDO (TBARS – MG/MDA/G DE GEMA) EM OVOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 25 E 49 DE PRODUÇÃO.....	64

CAPÍTULO III

FIGURA 1: EXPRESSÃO DE TNF-A POR DIETA NA MUCOSA INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS OU NÃO COM CAMA DE AVIÁRIO MAL MANEJADA.....	117
FIGURA 2: EXPRESSÃO DE IL-1 POR DIETA NA MUCOSA INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS OU NÃO COM CAMA DE AVIÁRIO MAL MANEJADA.....	118

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

TABELA 1: INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS.46

CAPÍTULO II

TABELA 1: INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS DA FASE INICIAL, CRESCIMENTO E ABATE PARA A DIETA DA PROGÊNIE.76

TABELA 2: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 7 DIAS DE IDADE.81

TABELA 3: DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DO CONSUMO DE RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 7 DIAS DE IDADE.....82

TABELA 4: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 14 DIAS DE IDADE.82

TABELA 5: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE.83

TABELA 6: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 42 DIAS DE IDADE.83

TABELA 7: AVALIAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DE TBARS (MDA NMOL/MG DE PROTEÍNA) E VALORES MÉDIOS DE DPPH EM SORO DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO DIETAS SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 28 E AOS 42 DIAS DE IDADE.....84

TABELA 8: DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DIETA MATERNA VS DIETA DA PROGÊNIE SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE DPPH (%) NO SORO DOS FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.....84

TABELA 9: PESOS ABSOLUTOS DA CARAÇA, CORTES NOBRES E DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.....	86
TABELA 10: RENDIMENTO DE CARÇAÇA, RENDIMENTO DE PEITO, RENDIMENTO DE COXA E RENDIMENTO DE ASAS DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.	87
TABELA 11: DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DO RENDIMENTO DE ASAS DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.....	87
TABELA 12: AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.....	88
TABELA 13: ANÁLISE DE COR E PH PÓS ABATE EM PEITO DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO DIETAS SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.....	89
TABELA 14: AVALIAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DE MALONALDEÍDO EM PEITO E COXA, FRESCA E CONGELADA, DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO DIETA CONTROLE E SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.....	90

CAPÍTULO III

TABELA 1: INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS - 1 A 21 DIAS	102
TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DOS PRIMERS UTILIZADOS NESTE ESTUDO.....	106
TABELA 3: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO.....	108
TABELA 4: MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DO DUODENO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM	

ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO.....	110
TABELA 5: MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DO JEJUNO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO.....	111
TABELA 6: DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DIETA E DESAFIO PARA A RELAÇÃO NÚMERO DE CRIPTAS:NÚMERO DE VILOS DO JEJUNO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO.....	112
TABELA 7: MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DO ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO.....	113
TABELA 8: NÚMERO DE CÉLULAS CALICIFORMES (MM ²) NA MUCOSA INTESTINAL DO DUODENO, JEJUNO E ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO.....	114
TABELA 9: CONTAGEM DE CÉLULAS POSITIVAS-PCNA (MM ²) E EXPRESSÃO DE CITOCINAS IL-1 E TNF-A NA MUCOSA INTESTINAL DO JEJUNO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO.....	116

TABELA 10: ANÁLISE MACROSCÓPICA DA CONDIÇÃO INFLAMATÓRIA DA MUCOSA DO DUODENO, JEJUNO E ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO	120
---	-----

LISTA DE SIGLAS

APC	–	Antibiótico promotor de crescimento
BHT	–	Hidroxiltolueno butilado
DPPH	–	2,2-difenil-1-picrilhidrazil
IL 1	–	Interleucina 1
LCC	–	Líquido da casca da castanha do caju
MDA	–	Malonaldeído
OF	–	Óleos funcionais
PCNA	–	Proliferating cell nuclear antigen
PIB	–	Produto Interno Bruto
PUFA	–	Ácidos graxos poliinsaturados
TBA	–	Ácido tiobarbitúrico
TBARS	–	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TCA	–	Ácido tricloroacético
TNF	–	Fator de necrose tumoral
UFPR	–	Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA AVICULTURA.....	22
2.2 ADITIVOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE	24
2.3 EXTRATOS DE PLANTAS COMO SUBSTITUTO AOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO	26
2.4 ÓLEO DA CASCA DA CASTANHA DE CAJU E ÓLEO DE RÍCINO COMO SUBSTITUTO AOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO.....	29
2.5 OXIDAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA PRODUÇÃO AVÍCOLA.....	33
2.6 IMPORTÂNCIA DA INTEGRIDADE DO EPITÉLIO INTESTINAL	36
3 OBJETIVOS.....	39
3.1 GERAL	39
3.2 ESPECÍFICOS	39
CAPÍTULO I: EFEITO DO USO DE ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETAS DE MATRIZES SOBRE PARÂMETROS PRODUTIVOS, QUALIDADE DO OVO E FUNÇÃO ANTIOXIDANTE.....	40
INTRODUÇÃO.....	41
MATERIAL E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS	65
CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DA PROGÊNIE DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS SOBRE DESEMPENHO PRODUTIVO, RENDIMENTO DE CARÇA, QUALIDADE DA CARNE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	70
INTRODUÇÃO.....	72
MATERIAL E MÉTODOS.....	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS	91

CAPÍTULO III AVALIAÇÃO DO EFEITO DO USO DE ÓLEOS FUNCIONAIS EM ASSOCIAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO AOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS AO DESAFIO SANITÁRIO	96
INTRODUÇÃO.....	98
MATERIAL E MÉTODOS	100
RESULTADOS E DISCUSSÃO	107
CONCLUSÕES.....	121
REFERÊNCIAS	122
4 CONCLUSÕES GERAIS	127
5 REFERÊNCIAS.....	128

1 INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura é um dos grandes pilares que sustentam o agronegócio brasileiro. Responsável por aproximadamente 1,5% do PIB, ganha destaque no agronegócio e coloca o Brasil como segundo maior produtor e maior exportador da carne de frango do mundo. Em 2013 o Brasil produziu mais de 6 bilhões de pintos de corte e para isso foi necessário alojar mais de 46 milhões de matrizes pesadas (AVISITE, 2016).

Tamanho produtividade exige tecnologia de ponta e para isso, avanços na nutrição vêm ocorrendo desde a década de 1950, sendo a utilização de antibióticos na forma terapêutica e na forma de promotor de crescimento (APC) exemplos práticos destes avanços.

Os antibióticos foram utilizados primeiramente na forma terapêutica com o intuito de prevenir enfermidades e com o passar dos anos passaram a ser utilizados na forma de promotor de crescimento (DIBNER e RICHARDS, 2005).

Segundo Chander et al. (2007) existem evidências de que o uso contínuo de antibióticos na forma de APC pode resultar em resistência bacteriana. Porém, segundo Who (1997) uma parcela significativa da resistência pode ser atribuída ao uso inadequado dos antibióticos pela medicina humana e são poucos os dados que relacionam o impacto negativo na saúde humana ao uso de antibióticos na produção avícola, tornando o assunto ainda mais polêmico.

Outra linha de defesa ao não uso de APC sugere que animais que receberam o produto durante a fase de crescimento podem apresentar resíduos químicos na carne (BUTAYE et al., 2003; SALEHA et al., 2009).

Portanto, devido a pressão da opinião pública, de pesquisadores e de centros não governamentais que defendem o banimento do uso de antibióticos na produção animal, alguns países como os da União Europeia em 2006 proibiram o uso de antibióticos como aditivos melhoradores de desempenho (CASTANON, 2007).

Nos EUA, foi lançado o plano nacional para combater bactérias resistentes a antibióticos, e uma das resoluções exige receita de médicos veterinários para o uso de antibióticos importantes para a medicina humana no tratamento de animais de consumo humano (WATTAGNET, 2015). Além disso, algumas empresas

americanas produtoras de carne de frango planejam eliminar a utilização de antibióticos em até 25% dos frangos processados em suas plantas até 2019. Outras anunciaram que já reduziram o uso de antibióticos em 84% desde 2011 e eliminaram o seu uso em incubatórios (BUNGE, 2015).

Isso refletiu diretamente no mercado produtor e com isso as empresas que suprem a demanda destes mercados obrigatoriamente estão se adaptando às legislações livres de antibióticos promotores de crescimento.

Entretanto, o banimento do uso dos promotores pode trazer consequências que devem ser consideradas. Segundo o Consejo Nacional de Investigación (1999) tal ação levaria a um aumento no preço do produto final, devido ao pior desempenho produtivo, bem como aumento na demanda de antibióticos para uso terapêutico, devido a um aumento do aparecimento de doenças entéricas.

Assim, compostos alternativos que substituem os antibióticos promotores de crescimento sem risco a saúde humana, devem ser considerados. Entre eles estão os extratos de plantas (APPLEGATE et al., 2010) e os óleos essenciais, também citados como óleos funcionais (MURAKAMI et al., 2014).

Os óleos funcionais segundo Krishnan et al. (2014), são compostos aromáticos voláteis extraídos de plantas, nomeados de acordo com suas características. São denominados funcionais pois possuem atividades além do seu valor nutricional (MURAKAMI et al., 2014), como por exemplo atividade antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória.

No entanto, existe uma enorme variedade de espécies vegetais que podem oferecer princípios com possibilidade de uso na nutrição animal e tais princípios remetem a uma variação de respostas.

Além disso, a composição do óleo essencial frequentemente muda entre diferentes partes da planta (SCHMIDT, 2010) e a produção de óleos essenciais não está restrita apenas a um grupo de plantas e sim a uma variedade de famílias (FRANZ e NOVAK, 2010).

O extrato da castanha do caju, também conhecido como líquido da casca da castanha do caju (LCC) que é extraído do fruto da cajueira (*Anacardium occidentale*) e contém um óleo rico em ácido anacárdico, cardanol, cardol e metilcardol que pode ser utilizado como aditivo alternativo. Juntos, esses compostos possuem função antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante (MURAKAMI et al., 2014).

O óleo de rícino, extraído da semente da planta *Ricinus communis* é rico em ácido ricinoleico e também pode oferecer atividades antimicrobiana e anti-inflamatória. (MURAKAMI et al., 2014). Portanto, ambos possuem propriedades que podem ser utilizadas em substituição aos antibióticos promotores de crescimento, podendo oferecer outras ações, além das oferecidas pelos promotores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA AVICULTURA

No ano de 1949, Stokstad e Jukes forneceram um caldo de fermentação de *Streptomyces aureofaciens*, como fonte de vitamina B12 para frangos e observaram claramente um aumento no ganho de peso das aves. O efeito não foi ao acaso, mas em decorrência de resíduos de clortetraciclina presente no caldo. Após o teste, estes mesmos autores observaram efeito semelhante em perus e suínos, o que deu início ao uso intensivo de promotores de crescimento até os dias atuais (MISHRA, 2014).

Hoje, com a intensificação da produção e a demanda de proteína animal pelo crescimento exponencial da população, é consenso que o uso de promotores traz benefícios. Os benefícios vão além do ganho zootécnico e possibilitam diminuição da pressão de infecção por patógenos através da profilaxia de doenças (DIBNER e RICHARDS, 2005) e pode resultar em diminuição da mortalidade dos animais a campo.

Porém, o assunto é polêmico e alguns trabalhos mostram os possíveis impactos negativos do uso de antibióticos nas dietas animais.

Mishra (2014), relatou que há um grande problema de resistência aos antibióticos na medicina, que resulta em graves problemas de saúde humana e isso pode ser parcialmente explicado por Nijten et al. (1993) que observaram que a resistência pode ser transferida entre microrganismos de populações diferentes. Da mesma forma, Mota et al. (2005) afirmaram que o uso indiscriminado de antibióticos em animais pode tornar seus produtos e derivados, fonte para resistência aos antibióticos na espécie humana.

Tais evidências foram demonstradas por Korb et al. (2015) que avaliaram a tipagem molecular e a resistência aos antimicrobianos em isolados de *Escherichia coli* de frangos de corte e de tratadores. Os autores concluíram que a similaridade genotípica é acima de 80% entre os isolados de *E. coli* de frangos de corte de criação intensiva e dos isolados de *E. coli* dos tratadores e que em ambos os isolados é alta a resistência aos antimicrobianos β -lactâmicos, sugerindo a existência de pressão seletiva na microbiota nas aves e nos tratadores em decorrência do uso de antimicrobianos.

Pessanha e Gontijo Filho (2001) avaliaram isolados de *Escherichia coli* oriundos de frangos de corte em diferentes fases de criação e também observaram altas taxas de resistência a antibióticos.

Pandini et al. (2014) avaliaram 39 isolados de *Salmonella sp.* em aviários de frangos de corte e destas, 51,3% eram resistentes a um ou mais agente antimicrobiano, justificando a citação de Silva e Duarte (2002) que observaram que o uso de antimicrobianos em animais destinados à alimentação humana é uma das prováveis causas da emergência de cepas de *Salmonella spp.* resistentes.

Outro aspecto importante que envolve a polêmica do uso de APC na avicultura é a presença de resíduos de antibióticos na carne em níveis que possam prejudicar o consumidor.

Portanto, devido a pressão imposta por pesquisas semelhantes às descritas e baseados na opinião pública, vários países vêm aderindo ao banimento do uso de promotores na dieta dos animais. A União Europeia e o Canadá proibiram o uso de promotores de crescimento nas indústrias de alimentos para animais. Na China alguns antibióticos foram banidos e outros estão sob observação (MISHRA, 2014).

Nos Estados Unidos as discussões estão em curso sobre os usos de antibióticos e espera-se grandes medidas no futuro (MISHRA, 2014). Além disso, algumas empresas do ramo alimentício adotaram o *slogan* de livre de promotores de crescimento para incentivar as vendas.

Atualmente, no Brasil são autorizados diversas moléculas promotoras de crescimento para frangos de corte e matrizes, como a: avilamicina, bacitracina metilato disalicilato, bacitracina de zinco, clorexidina, enramicina, flavomicina, halquinol, tilosina, e virginamicina. Todas estas moléculas podem ser utilizadas para frangos de corte e somente algumas são utilizadas em matrizes pesadas (MAPA, 2015).

Países líderes em produção e exportação como o Brasil têm participado ativamente de discussões ligadas ao uso de melhoradores de desempenho, incorporando em suas ações as recomendações consideradas pertinentes pelo mercado consumidor. Porém, o banimento do uso por parte de alguns países importadores é um fato, e por ocupar a primeira posição no *ranking* dos países exportadores de carne de frango esse processo deve ocorrer, mas de forma gradativa, embasado em pesquisas com aditivos que possam substituir os APC.

Por outro lado, Rostagno (2011) alerta que em países onde os antimicrobianos foram banidos houve um aumento na incidência de doenças, principalmente entéricas, tais como enterite necrótica e coccidiose. Além disso, pode ocorrer um aumento do risco de infecções de origem alimentar em humanos, pelo menor controle de patógenos de origem alimentar como *Salmonella*, *Campylobacter* e *E. coli*.

Diante deste cenário de divergências, é importante considerar que a retirada destes aditivos das rações não será a solução dos possíveis problemas que eles podem estar acarretando. Neste sentido, fica claro a necessidade de estudos com possíveis substitutos aos APC, uma vez que a simples retirada destes aditivos pode abrir portas para problemas ainda maiores, como maior utilização de antibióticos terapêuticos, aumento da incidência de enfermidades nos animais e indiretamente em humanos por contaminação cruzada, menor produção e ineficiência produtiva, tornando o produto final mais caro.

2.2 ADITIVOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE

As matrizes pesadas fazem parte do início da cadeia avícola e destacam-se por serem responsáveis pela produção do frango de corte. Sua produção exige tecnologia, genética, ambiência, nutrição e sanidade de qualidade.

Sanidade e nutrição são os principais focos nas granjas e ainda oferecem oportunidades de melhoria. Portanto, além do respeito aos programas de biossegurança e as boas técnicas de manejo é possível utilizar aditivos nas rações, para melhorar ainda mais os índices produtivos.

Aditivos disponíveis para a inclusão nas dietas das matrizes incluem alguns nutrientes, vitaminas, enzimas, antioxidantes, acidificantes, probióticos, prebióticos, óleos funcionais e até alguns promotores de crescimento, cuja utilização é discutível.

Assim, alguns trabalhos são desenvolvidos na área e poucos foram conduzidos com o grupo de aditivos extraídos de plantas, abrindo espaço para o estudo de outros produtos. Alguns trabalhos avaliaram aditivos antioxidantes.

Murakami et al. (2013) observaram melhora na fertilidade das matrizes que receberam vitamina E acima da exigência da linhagem. Resultados semelhantes

foram encontrados por Biswas et al. (2009) que observaram que a adição de níveis moderados (150 UI) de vitamina E nas dietas de codornas melhora a fertilidade.

Surai et al. (1999) observaram que a suplementação de Vitamina E nas rações de matrizes aumenta a concentração de vitamina E na gema do ovo e por consequência nos tecidos do pintainho, podendo reduzir a susceptibilidade a peroxidação lipídica.

Rosa et al. (2012) avaliaram a adição de cantaxantina na dieta de matrizes pesadas com mais de 46 semanas de idade e observaram melhora da fertilidade, atribuindo o resultado ao efeito antioxidante do aditivo. Segundo Surai et al. (2003) a cantaxantina é facilmente transferida para a gema e distribuída para os tecidos do embrião, resultando em tal efeito.

Outras pesquisas tem focado a suplementação da matriz e a influência sobre a progênie. Levando em consideração que o embrião se desenvolve sem vínculo materno, pois utiliza apenas os nutrientes presente no ovo (ARAUJO et al., 2013) e que a qualidade da matriz está diretamente ligada ao bom desempenho da progênie, estudos dessa natureza são fundamentais no estabelecimento das correlações e, portanto, na definição dos programas nutricionais.

Chilante et al. (2012) adicionaram aditivo composto por óleos essenciais de tomilho, orégano, alecrim e extrato de pimenta na ração de matrizes pesadas durante 10 semanas, iniciando na 26ª semana. Os autores observaram aumento na produção de ovos e melhor viabilidade do lote, quando comparado ao tratamento controle sem nenhum aditivo.

Araujo et al. (2013) adicionaram ácido guanidinoacético, precursor da creatinina, nas dietas de matrizes pesadas e observaram melhora na fertilidade e na eclodibilidade.

Murakami et al. (2013) suplementaram matrizes pesadas com óleo de soja e vitamina E e avaliaram o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça da progênie. Estes autores observaram que a suplementação de vitamina E melhorou os atributos da qualidade da carne na progênie.

Além disso, aditivos adicionados na dieta das matrizes podem ser aproveitados pela progênie ou de alguma forma melhorar a qualidade da dieta. Essa relação matriz e progênie está cientificamente comprovada e alguns trabalhos mostram que o peso e os níveis de nutrientes do ovo (VIEIRA e MORAN JR., 1998),

a qualidade da casca, (BRUZUAL et al., 2000), o peso da casca e dos resíduos (TULLETT e BURTON, 1982), a idade da matriz (MURAKAMI et al., 2013) e a condição sanitária da matriz influenciam na qualidade da progênie e isso pode ter relação direta com o bom desempenho e com a boa qualidade de carne do frango de corte ao abate.

Portanto, são poucos os trabalhos que trazem informações sobre o uso de aditivos nas matrizes e correlacionam com a progênie e é de fundamental importância entender essa dinâmica.

2.3 EXTRATOS DE PLANTAS COMO SUBSTITUTO AOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO

A utilização de compostos extraídos de plantas na produção animal ganhou mercado com as restrições ao uso de antibióticos promotores de crescimento, devido a necessidade da busca por aditivos alternativos, com foco na exploração do potencial antimicrobiano, bem como de outras propriedades das plantas e de seus respectivos constituintes (CATALAN et al., 2012).

Para entender a utilização de derivados de plantas é necessário compreender a fisiologia vegetal. As plantas possuem o metabolismo dividido em primário e secundário. O metabolismo primário é considerado essencial a todas as espécies, tendo caráter conservativo e participam destes processos substâncias como carboidratos, lipídeos e proteínas. Já o metabolismo secundário serve para oferecer um diferencial para as plantas que o tem. No metabolismo secundário são produzidas substâncias envolvidas na defesa da planta contra patógenos, substâncias que atraem polinizadores, que auxiliam na tolerância a temperaturas extremas e processos adaptativos e é nesta parte do metabolismo que são sintetizadas as substâncias conhecidas na nutrição animal como óleos essenciais.

Os óleos essenciais fazem parte do metabolismo secundário das plantas e por possuírem atividades imunomoduladoras, antimicrobiana e antioxidante (BRENES e ROURA, 2010), são considerados possíveis substitutos dos promotores de crescimento (TRAESEL et al. 2011).

Apesar da literatura utilizar nomenclatura ampla para esses compostos, os óleos extraídos de plantas que possuem atividade antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória, além de valor nutricional são denominados óleos funcionais. Isso

porque eles desempenham no organismo animal funções distintas, além do valor energético (BRENES e ROURA, 2010).

Seus efeitos estão associados aos componentes químicos secundários presentes em todas as partes das plantas ou em áreas específicas (KAMEL, 2000). Esses componentes geralmente são complexos e estão em baixas concentrações, com baixo peso molecular, variando de acordo com os grupos de plantas (PEREIRA e CARDOSO, 2012).

A composição e a atividade do óleo essencial varia de acordo com o modo de extração e de acordo com fatores próprios da planta e do ambiente em que ela está inserida (SILVA et al., 2011).

Kamel (2000) destacou algumas espécies de plantas que possuem princípios ativos e podem trazer benefícios aos animais. Exemplos delas são o alho, manjerona, orégano, hortelã, alecrim, tomilho, pimenta vermelha e cebola. Murakami et al. (2014) destacou o uso do extrato da castanha de caju que contém um óleo conhecido como líquido da casca da castanha do caju (LCC) e o óleo de rícino, extraído da semente da mamona. Silva et al. (2011) avaliou o extrato da aroeira-vermelha e o classificou como possível substituto aos antibióticos promotores.

Portanto, são várias as plantas que podem oferecer princípios com propriedades terapêuticas e promotoras. Tais princípios podem ser empregados como substitutos aos promotores de crescimento e na literatura é possível encontrar trabalhos que demonstram isso.

Rizzo et al. (2010) verificaram que a inclusão de extratos vegetais em rações para frangos de corte não afeta o desempenho e as características de carcaça e estes podem atuar como melhoradores de desempenho zootécnico, quando comparados aos APC.

Jang et al. (2007) adicionaram óleo essencial a base de timol, extraído do tomilho em rações de frangos e não encontraram diferença de resultados comparando com o grupo controle com adição do antibiótico colistina.

Murakami et al. (2014) avaliaram a inclusão da associação de óleo de rícino com o óleo da casca da castanha do caju em aves desafiadas com coccídeos e concluíram que a associação destes é uma alternativa viável na prevenção de coccidiose, além de melhorar o desempenho das aves. Isso indica que extratos naturais podem ser utilizados em ambientes com alta pressão de infecção.

Bess et al. (2012) e Murakami et al. (2014) também demonstraram que a utilização de óleo de caju e mamona melhorou o desempenho de frangos de corte. Silva et al. (2011) testaram a adição de óleo essencial de aroeira-vermelha e concluíram que o composto atua como aditivo alimentar, pois promoveu significativa melhora na superfície absorviva intestinal e proporcionou diminuição no peso relativo dos intestinos delgado e grosso das aves, quando comparado com as aves alimentadas sem promotor de crescimento.

Gabriel Jr et al. (2009) utilizaram o extrato de pomelo na ração de frangos de corte, substituindo o antibiótico e verificaram resultados de desempenho semelhantes aos obtidos com o uso do antibiótico, mostrando a eficiência do extrato.

Da mesma forma, alguns trabalhos não demonstram efeitos positivos com o uso dos óleos essenciais. Zhang et al. (2005) administraram uma mistura comercial com extrato de orégano e não observaram efeitos positivos no desempenho das aves. Jamroz et al. (2006) também não observaram efeito dos extratos de carvacrol, cinamaldeído e capsaicina no desempenho dos frangos de corte.

Outros trabalhos avaliaram o potencial de modulação da microbiota. López et al. (2012) observaram redução na contagem de *Escherichia coli* presente no intestino de frangos que receberam óleos funcionais de caju na dieta.

Santurio et al. (2007) observaram que os óleos de orégano e tomilho foram capazes de inibir o crescimento dos principais sorovares de *Salmonella*, como Senftenberg, Tennessee, Pullorum e Rissen. Seguindo a mesma linha Zhou et al. (2000) observaram que a associação de cinamaldeído + timol, cinamaldeído + carvacrol e timol + carvacrol, todos princípios ativos extraídos de óleos essenciais apresentaram inibição contra *Salmonella typhimurium*.

Alguns autores também encontram resultados positivos para a diminuição das unidades formadoras de colônia de *Clostridium perfringens*. Esse agente é responsável por causar infecção secundária, conhecida como enterite necrótica, que na maioria das vezes é letal para as aves. Segundo Mitsch et al. (2004) ao adicionarem diferentes óleos essenciais, composto por timol, eugenol, carvacrol, curcuma e piperina, em rações de frangos alojados em granjas comerciais, verificaram efetiva redução no número de unidades formadoras de colônias para este agente nos diferentes segmentos intestinais e nas fezes coletadas na cama.

Mountzouris et al. (2011) demonstraram que a inclusão de óleos essenciais de orégano reduziu a contagem de coliformes e aumentou a contagem de bifidobactérias e lactobacilos no ceco de frangos de corte, além de uma redução nas unidades formadoras de colônia para *Clostridium perfringens*. Da mesma forma Silva et al. (2009) ao utilizarem o mesmo produto (óleo essencial de orégano) na ração de frangos de corte desafiados com *Eimeria tenella*, observaram redução na contagem de oocistos, semelhante ao grupo controle tratados com anticoccidiano.

Além dos efeitos no desempenho zootécnico e na modulação da microbiota, alguns óleos essenciais possuem propriedades anti-inflamatória e antioxidante.

Bobbio et al. (1992) propuseram que a ação antioxidante dos óleos essenciais é semelhante aos antioxidantes sintéticos, agindo na fase de iniciação da reação de oxidação, reagindo de forma a interferir na participação do oxigênio ou competindo com os radicais livres dos ácidos graxos.

Lewis (1984) também já afirmava que a atividade antioxidante dos fitogênicos pode reduzir a deterioração da cor da carne e diminuir o grau de oxidação da gordura.

A propriedade antioxidante dos óleos essenciais do alecrim e da sálvia foi avaliada por Bozin et al. (2007). Esses autores verificaram que estes óleos são fortes inibidores da lipoperoxidação e apresentam intensa capacidade antioxidante.

Jirovetz et al. (2006) avaliaram as propriedades antioxidantes da folha do cravo (*Eugenia caryophyllus*) e encontraram componentes com atividades antioxidantes maiores que o hidroxitolueno butilado (BHT), sobre radicais hidroxilas e na peroxidação lipídica.

Desta maneira, o uso de óleos essenciais na ração de aves pode afetar de forma positiva o desempenho das aves, modular a microbiota intestinal e melhorar a atividade antioxidante.

2.4 ÓLEO DA CASCA DA CASTANHA DE CAJU E ÓLEO DE RÍCINO COMO SUBSTITUTO AOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO

Existem diversos princípios ativos em diferentes óleos e é muito provável que não exista somente um mecanismo de ação destes compostos. Desta forma, é fundamental estudar cada composto, suas propriedades e aplicações.

Um dos extratos de interesse da pesquisa científica é o óleo extraído da casca da castanha do caju. Osmari et al. (2015) cita que ainda são escassos os estudos sobre óleos funcionais da família *Anacardiaceae*, representado pelo líquido da casca da castanha de caju e muita pesquisa ainda deve ser feita para acompanhar seu potencial.

O caju é um fruto nativo do Brasil, mas foi levado para outros continentes e seu cultivo se espalhou pelo mundo. Constitui-se de duas partes, o pedúnculo floral que é um pseudofruto e o fruto propriamente dito que é a castanha.

É na castanha que se encontra uma película facilmente removível e que dá origem ao líquido da casca da castanha do caju, também conhecido como LCC. Esse líquido além de ser utilizado na nutrição animal, é utilizados pela indústria de outros setores, como indústrias que fabricam tintas, vernizes, resinas, inseticidas, fungicidas, materiais elétricos, isolantes e adesivos (WALLACE, 2004).

Na maioria dos processos o LCC é obtido por um processo de extração, por solvente ou de forma mecânica e seus principais componentes são o ácido anacárdico, o cardanol e o cardol que podem corresponder até 90% do total do líquido (LUBI e THACHIL, 2000) e variar em proporções de acordo com o método de extração (MAZZETTO et al., 2009). Segundo Murakami et al. (2014) o composto metilcardol também está presente no LCC.

Com relação aos seus componentes, alguns trabalhos foram desenvolvidos, o que resultou em inúmeras aplicabilidades na nutrição animal. Segundo Kubo et al. (1993) o ácido anacárdico tem demonstrado funções antitumorais e pode ser utilizado como preventivo se consumido periodicamente. Toyomizu et al. (2000), observaram que o ácido anacárdico tem propriedades semelhantes aos ionóforos na mitocôndria dos microrganismos e pode ser utilizado como um antimicrobiano. Andrade et al. (2011) citam que este composto possui alta atividade biológica, já que desnatura as proteínas de microrganismos como as bactérias e fungos. Além dessas propriedades, Kubo et al. (2006) relataram capacidade antioxidante do ácido anacárdico.

Outros componentes do líquido são os cardóis, estruturas que possuem um núcleo aromático, com até três saturações a partir do carbono 8, semelhantes ao ácido anacárdico, porém, se diferenciam em uma hidroxila.

Andrade et al. (2011) avaliaram *in vivo* o efeito do cardol e cardanol extraído do LCC e concluíram que também possuem poder antioxidante. Esse efeito pode ser explicado pelo fato do cardol ser um lipídeo resorcinólico. Esses lipídeos têm mostrado efeitos inibindo tanto as ciclooxigenases (KOZUBEK E TYMAN, 1999) e as lipoxigenases (DESZCZ e KOZUBEK, 1997) as quais estão envolvidas na resposta inflamatória que é um processo pró oxidativo (BESS et al., 2012).

Nagabhusha et al. (1995) avaliaram a capacidade do LCC em comparação aos ionóforos e observaram que o cardol isoladamente apresenta atividade antibacteriana, semelhante aos ionóforos.

A atividade antimicrobiana do LCC tem sido atribuída ao número de terpenóides e de compostos fenólicos (OSMARI et al., 2015).

Para Benchaar et al. (2008) e Osmari et al. (2015) uma importante característica destes óleos e seus componentes é seu caráter lipofílico que permite o rompimento dos lipídios da membrana celular bacteriana, desorganizando as estruturas e tornando-as mais permeáveis, levando a morte bacteriana.

Assim, bactérias gram-positivas podem ser mais suscetíveis aos efeitos antibacterianos dos óleos funcionais, pois possuem uma única camada lipídica, facilitando a entrada do composto (OSMARI et al. 2015). Porém, seu pequeno peso molecular, permite ultrapassar a membrana externa de bactérias gram- negativas, agindo contra elas também (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Com relação a função antioxidante, Kubo et al. (2006) observaram que o ácido anacárdico tem capacidade de quelatar os metais, reduzindo o efeito de transição da catalização do metal na peroxidação lipídica. Outro importante ponto é que no organismo animal, espécies reativas do metabolismo do oxigênio são produzidas na redução do oxigênio molecular a água (ROSS e MOLDEUS, 1991) e o ácido anacárdico pode reforçar a barreira celular, diminuindo a incidência das espécies reativas no meio intracelular, evitando lesões pela oxidação dos tecidos.

Além disso, Calsamiglia et al. (2007) e Osmari et al. (2015) observaram que os óleos podem agir em termos de metabolismo de proteínas e o mecanismo de ação pode estar relacionado com a inibição da desaminação, e da quebra de peptídeos para alguns óleos em ruminantes. Isso pode se estender para não ruminantes e talvez melhorar a deposição de proteína muscular, ao invés de gordura, devido ao melhor aproveitamento da proteína da dieta.

López et al. (2012) avaliaram a qualidade da carcaça e a microbiota de frangos suplementados com o LCC e observaram que o produto não influenciou as variáveis produtivas, porém controlou a proliferação de *E.coli*, *Clostridium perfringes* e *Salmonella spp.* no conteúdo intestinal dos animais.

Comercialmente o LCC está disponível associado ao óleo de rícino. O óleo de rícino é extraído da semente da mamona (*Ricinus communis*) que é uma oleaginosa originária da Ásia. Há evidências que foi trazida para o Brasil na época da colonização e desde então é cultivada a nível comercial. É da família *Euforbiacea* e produz sementes ricas em óleo glicídico, solúvel em álcool, conhecido como óleo de rícino. No Brasil a mamona pode ser conhecida como mamoneira, rícino, carrapateira, bafureira, baga e palmacriste, dependendo da região e a região Nordeste é a principal produtora, sendo responsável por mais de 90% da produção nacional.

O óleo de rícino é obtido por um processo de extração com uso de solvente e do peso total da semente, 50 % é farelo e 50 % óleo (BELTRÃO, 2002). No óleo, é possível encontrar 90% de sua composição em ácido graxo ricinoleico.

O ácido graxo ricinoleico como principal componente, possui uma característica peculiar. Possui uma hidroxila (OH) ligada na cadeia de carbono, sendo a única planta produzida a nível comercial que possui essa característica. É um ácido graxo muito parecido ao ácido oleico e por este motivo, o ácido ricinoleico é também chamado hidroxioleico. Possui efeitos laxativos dependendo da concentração utilizada (MURAKAMI et al. 2014) e segundo Vieira et al. (2001) pode funcionar como um ionóforo divalente. O mecanismo de ação de um ionóforo divalente consiste na formação de complexos lipídeo-solúveis dinamicamente reversíveis com uma variedade de cátions divalentes, sendo que a translocação de íons e o rompimento de gradientes iônicos são responsáveis pelos efeitos terapêuticos e tóxicos sobre a membrana das bactérias, coccídeos e fungos patogênicos (PRESSMAN, 1968).

Bess et al. (2012) avaliaram a associação do LCC com o óleo de rícino e observaram que as aves suplementadas com os óleos desde o primeiro dia idade apresentaram bom desempenho zootécnico e atribuíram essa melhora aos efeitos anti-inflamatórios e antimicrobianos.

Murakami et al. (2014) utilizaram o mesmo produto em aves desafiadas com *Eimeria spp.* e observaram que as aves suplementadas antes do desafio e 7 dias após o desafio apresentaram maior peso e melhor conversão alimentar, além de menor escore de lesão de ceco. No trabalho os autores concluíram que a associação destes óleos pode ser considerada um substituto aos melhoradores de desempenho, bem como uma alternativa aos anticoccidianos.

Sendo assim, fica evidente que esse extrato tem potencial para ser incluso nas dietas animais, porém mais estudos são necessários para elucidar todas suas funções e modo como age no organismo animal.

2.5 OXIDAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA PRODUÇÃO AVÍCOLA

O processo oxidativo é um processo biológico normal no organismo animal e tem como função produzir energia e transformar nutrientes em substrato para todos os tecidos corporais através do uso do oxigênio. Porém, ao mesmo tempo que o oxigênio é indispensável para isso, sua presença pode ser perigosa em função da possibilidade de ocorrência de reações de oxidação, que resultam na formação espécies reativas de oxigênio que são ou podem gerar radicais livres (ADAMS, 1999).

A presença dos radicais livres leva a danos nos tecidos, e esse processo é conhecido como estresse oxidativo, sendo o resultado do desequilíbrio entre os processos pró-oxidantes e antioxidantes. O desequilíbrio acontece quando as substâncias antioxidantes existentes no meio intracelular (albumina, ceruloplasmina, vitamina E, vitamina C, vitamina A, betacaroteno, superóxido dismutase extracelular, glutathione peroxidase e catalase), não conseguem inativar todos os radicais livres.

Normalmente, o organismo animal está em constante contato com os radicais livres, como consequência natural das atividades do metabolismo normal e como parte estratégica do sistema imune para destruir os microrganismos invasores (SURAI, 2002).

Os principais substratos para a ação do radicais livres são lipídios, proteínas e ácidos nucléicos e quando oxidados causam grande prejuízo ao desempenho normal do animal, o que torna indispensável o bom funcionamento do sistema antioxidante.

Os lipídios compõem as membranas celulares e quanto maior for a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados presentes, maior a probabilidade da oxidação lipídica ocorrer, o que torna a carne de frangos extremamente susceptível à oxidação, visto a alta proporção de ácidos graxos poliinsaturados em relação aos demais ácidos graxos.

A oxidação lipídica consiste em uma reação em cadeia que ocorre em três etapas: iniciação, propagação e terminação. A iniciação da peroxidação lipídica começa pela ação de elementos reativos que retiram um átomo de hidrogênio de um grupo metil da molécula lipídica, formando um radical livre. Na etapa de propagação, o peróxido formado extrai um átomo de hidrogênio de outra molécula lipídica ou de um ácido graxo adjacente para formar um hidroperóxido lipídico, formando um novo radical livre e propagando a reação em cadeia (SURAI, 2002).

Na terceira e última etapa, os peróxidos formados reagem uns com os outros para originar produtos secundários da peroxidação (SILVA et al., 1999). Esses produtos podem ser mensurados e desta forma o processo oxidativo pode ser quantificado.

Nas matrizes pesadas, o bom desempenho biológico do sistema antioxidante é muito importante pois o desenvolvimento do embrião depende completamente dos nutrientes do ovo e o ovo pode ter em sua constituição até 11% de lipídeos, cerca de 35% do peso da gema. Esses lipídios servem de fonte de energia e ácidos graxos para o embrião e quando ingeridos sofrem isaturações adicionais no fígado do embrião para formar os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa. Altas concentração desses ácidos graxos aumentam a susceptibilidade das membranas celulares à degradação por peróxidos (FERREIRA, 2010) e podem ter participação direta no aumento da mortalidade e eclosão de pintos com qualidade inferior.

Além disto, os sistemas antioxidativos dos embriões são completamente dependentes do sistema antioxidante da matriz e se baseiam na combinação de vários antioxidantes, que são facilmente transportados para a gema do ovo e distribuídos para todos os tecidos do embrião (SURAI, 2003). Esse mecanismo já foi demonstrado para nutrientes com capacidade antioxidante. Scher et al. (2009) suplementaram as matrizes com 25-hidróxi-colecalciferol e cantaxantina e

observaram menor mortalidade embrionária, o que pode indicar uma relação estreita entre a suplementação materna com antioxidantes e a proteção do embrião.

Além de interferir na qualidade do ovo e do pintinho, o efeito antioxidante pode prevenir a peroxidação lipídica da membrana espermática e comprometer a fertilidade dos reprodutores, uma vez o dano oxidativo pode comprometer o DNA espermático (LUCCHESI et al., 2007). Isso pode ocorrer desde o momento em que os espermatozoides são formados no testículo até a ejaculação e passagem pelo trato reprodutivo da fêmea (WEIR e ROBAIRE, 2007).

Segundo Surai (2002), a alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa no espermatozoide favorece a peroxidação lipídica, pois as duplas ligações permitem a formação de radicais livres ao se juntarem ao oxigênio metabólico (MCDOWELL, 1989) e segundo Aitken (1995), a fluidez espermática e a capacidade fertilizante do galo são prejudicadas.

Por outro lado, para o frango de corte, a estabilidade oxidativa é importante na manutenção da qualidade da carne *in natura* e principalmente para manter as propriedades funcionais da carne armazenada.

A deterioração pode ocorrer durante a vida do animal ou durante o armazenamento da carne, devido ao desenvolvimento de alguns microrganismos deteriorantes ou pela oxidação lipídica.

A carne de frango é um alimento altamente susceptível a oxidação lipídica em função do elevado teor de ácidos graxos insaturados na sua composição (MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2009). Dessa forma, a oxidação lipídica pode comprometer o valor nutricional e sensorial, bem como a formação de compostos potencialmente tóxicos, que comprometem a qualidade da carne e reduzem sua vida útil (MALAYOĞLU et al., 2009). Além disso, segundo Scott et al. (1982) cor, textura e o valor nutritivo também podem ser prejudicados.

Botsoglou et al. (2002) analisaram o potencial antioxidante do óleo essencial de orégano em carnes armazenadas por nove dias e observaram redução da oxidação lipídica na carne de aves que receberam o óleo de orégano, quando comparado ao tratamento controle.

Da mesma forma Kim et al. (2006) avaliaram o potencial antioxidante do α -tocoferil acetato sobre a carne crua do peito e da coxa de frangos durante 12 dias de armazenamento e verificaram que o produto possui potencial antioxidante. Além

destes, outros estudos verificaram que os óleos essenciais de cassia (DU e LI, 2008), sálvia (FASSEAS, et al., 2007), flor-de-lótus (HUANG, et al., 2011), oferecem atividades antioxidantes e funcionam como conservantes naturais para carnes.

Levando em consideração a ação dos extratos relatados, o uso de óleos essenciais em substituição aos APC pode melhorar a qualidade da carne de frango e garantir uma vida de prateleira maior.

2.6 IMPORTÂNCIA DA INTEGRIDADE DO EPITÉLIO INTESTINAL

O eficiente desempenho animal depende da ingestão e absorção de todos os componentes nutricionais básicos. Para isso, o trato intestinal deve estar íntegro e funcional. Além disso, o mesmo deve conferir proteção contra agentes patogênicos presentes no lúmen intestinal (BOLELI et al., 2002).

O intestino é o maior órgão imunológico do corpo animal, com 25% da sua mucosa composta por tecido linfóide, além de conter 70% do sistema imunológico do corpo (JOHNSON, 1987).

Nas aves, a parede intestinal é constituída por quatro túnicas: mucosa, submucosa, muscular e serosa (TURK, 1982). O intestino delgado é responsável pela maior parte da digestão e da absorção e nele são encontradas inúmeras dobras na mucosa. As dobras são denominadas vilosidades ou vilos, e sua distribuição proporciona aumento na superfície de digestão e absorção intestinal (BOARO, 2009). Nos vilos são encontradas células conhecidas como enterócitos, células calciformes e enteroendócrinas e estas podem determinar seu tamanho.

Os enterócitos são responsáveis pelo transporte dos nutrientes a partir do lúmen. Estas células migram da cripta para o ápice do vilos (BOARO, 2009).

O processo de migração da cripta para o vilos depende de dois processos. O primeiro processo é de renovação celular decorrente de células totipotentes presentes nas criptas e o segundo é decorrente da perda de células por extrusão ou apoptose. O equilíbrio entre esses dois processos determina o *turnover*, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos. Quanto maior o número de células, maior o tamanho do vilos, e por consequência, maior a área de absorção de nutrientes (MAIORKA et al., 2003).

Levando em consideração que esse processo é contínuo, devido a descamação dos vilos, fica claro que a reposição celular se faça às custas de consumo de nutrientes, os quais são provenientes das reservas energéticas do organismo da ave e da ração ingerida. Caso este processo aumente devido algum fator lesivo à mucosa, pode resultar na prática, em pior ganho de peso e maior conversão alimentar (MAIORKA et al., 2003).

Mcbride e Kelly (1990) observaram que a manutenção do epitélio e das estruturas anexas ao intestino pode custar até 20% da energia bruta consumida. Desta forma observa-se que a agressão à mucosa intestinal exerce grande influência sobre a homeostase metabólica e a produtividade das aves (FERNANDES et al., 2013).

Durante o processo de renovação celular dos vilos as criptas podem se apresentar mais profundas, como resultado da atividade mitótica e hiperplasia (MAIORKA et al., 2003). Segundo Uni et al. (2000) um aumento na profundidade da cripta pode estar relacionado ao aumento da capacidade absorptiva do vilo. Já a redução da profundidade pode estar associada à menor necessidade de renovação do epitélio intestinal (FERNANDES et al., 2013).

Para a relação vilosidade/cripta intestinal é desejável que as vilosidades apresentem-se altas e as criptas rasas (NABUURS, 1995; FERNANDES et al., 2013).

Já as células caliciformes são secretoras de glicoproteínas, cuja função é proteger o epitélio da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta (MAIORKA et al., 2003). Além disso, as glicoproteínas funcionam como uma barreira à infecções, pois impedem o contato direto de microrganismos patogênicos com as células epiteliais. Quando a mucosa sofre agressão por qualquer tipo de injúria ou por ação de enterotoxinas, ocorre um aumento do número de células caliciformes nos vilos e com isso aumenta-se a liberação de muco (MAIORKA et al., 2003).

No entanto, o desenvolvimento do intestino e seus componentes pode ser afetado por inúmeros fatores como o tipo de dieta, a presença de aditivo alimentar ou promotor de crescimento adicionado à ração, presença de microbiota bacteriana, incidência de doenças entéricas (ITO et al., 2004) e agentes tróficos (MAIORKA et al., 2008).

Assim, para entender melhor o comportamento fisiológico intestinal, frente a desafios adversos, várias técnicas podem ser utilizadas. Estão inclusas nestas técnicas as avaliações qualitativas e quantitativas da perda do epitélio intestinal, a mensuração de tamanho de vilo e profundidade de cripta, a contagem de células caliciformes e a avaliação das citocinas inflamatórias. Todas com o objetivo de entender a resposta do intestino frente a desafios entéricos.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

O objetivo do trabalho foi avaliar a substituição dos antibióticos promotores de crescimento por óleos funcionais sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de frangos de corte, efeitos sobre a progênie e em condições de desafio sanitário.

3.2 ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito da substituição dos antibióticos promotores de crescimento por óleos funcionais na dieta de matrizes pesadas e o efeito sobre o desempenho produtivo, fertilidade, eclosão e peroxidação lipídica da gema do ovo de matrizes das 26 às 46 semanas de idade;

Avaliar a suplementação de óleos funcionais na dieta das matrizes de frangos de corte sobre o desempenho produtivo, atividade antioxidante, rendimento de carcaça, qualidade e estabilidade oxidativa da carne da progênie suplementada ou não com óleos funcionais.

Avaliar a suplementação de óleos funcionais em substituição ou associação a promotores de crescimento sobre o desempenho produtivo, morfometria da mucosa intestinal, contagem de células calciformes, condição inflamatória da mucosa, capacidade proliferativa das células intestinais e expressão gênica das citocinas inflamatórias em frangos de corte submetidos a desafio sanitário.

CAPÍTULO I: EFEITO DO USO DE ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETAS DE MATRIZES SOBRE PARÂMETROS PRODUTIVOS, QUALIDADE DO OVO E FUNÇÃO ANTIOXIDANTE

RESUMO

A utilização de antibióticos promotores de crescimento (APC) nas dietas de matrizes pesadas é controversa e os índices produtivos podem ser prejudicados pela retirada destes produtos. Para isso, tem se buscado produtos alternativos, como os óleos funcionais (OF). O objetivo do trabalho foi suplementar as matrizes com OF, substituindo os APC e avaliar o efeito sobre os parâmetros produtivos, qualidade do ovo e a função antioxidante na gema. Foram alojadas 16400 fêmeas e 1722 machos da linhagem Ross AP 95 divididos em dois aviários, sendo o aviário 1 – Tratamento controle com a adição de APC e o aviário 2 – Tratamento com OF. Para o experimento, foram contabilizados os ovos totais produzidos, os ovos incubáveis, os percentuais de fertilidade, eclosão e eclodibilidade. O peso do pintinho, peso do ovo, percentual de gema, percentual de albúmen, espessura da casca, embriodiagnóstico e a peroxidação lipídica da gema também foram avaliados. A análise estatística foi realizada através de regressão logística, utilizando o procedimento GENMOD do programa SAS. Houve efeito negativo do uso dos OF ($p < 0,05$) para a produção de ovos totais em algumas semanas e nas primeiras semanas para ovos incubáveis; nas semanas intermediárias e finais houve efeito positivo na produção de ovos incubáveis para as aves que receberam OF. Houve efeito positivo do uso dos OF ($p < 0,05$) para fertilidade, eclosão, eclodibilidade, embriodiagnóstico e espessura da casca. Para peso do ovo e peso do pintinho ($p < 0,05$) houve efeito negativo do uso dos OF em algumas semanas. Houve efeito linear decrescente para os valores de malonaldeído das gemas de ovos que receberam OF. A adição de OF pode ser uma ferramenta para substituir os APC e melhorar os índices produtivos e a qualidade do ovo de matrizes.

Palavras-chave: APC, atividade antioxidante, matrizes pesadas, óleos funcionais, ovos

ABSTRACT

The use of antibiotics growth promoters (AGP) in the diets of broiler breeders is controversial and productive index may be affected by the restriction of this products. Thus, it has been sought alternative products, such as functional oils (FO). The objective was to supplement the breeders with FO, replacing the AGP and evaluate the effect on production parameters, egg quality and antioxidant function in the yolk. A total of 16400 females and 1722 males, Ross AP 95 broiler breeders were divided into two houses according to the treatment, as it follows: 1) control with AGP and 2) treatment with FO. For the experiment, it was been recorded the total produced eggs, hatching eggs, fertility percentage, hatching and hatchability. The weight of the chick, egg weight, yolk percentage, albumen percentage, shell thickness, embryo diagnosis and lipid peroxidation of the yolk were also assessed. Statistical analysis was performed using logistic regression using the GENMOD procedure of SAS program. There was negative effect FO ($p < 0.05$) for the total eggs production in some weeks throughout production and at in the early weeks for hatching eggs; in the intermediate and final weeks there was a positive effect on the production of hatching eggs to the birds fed FO. There was a positive effect of the use of FO ($p < 0.05$) for fertility, hatching, hatchability, embriodiagnosis and shell thickness. To chick and egg weight, there was a negative effect ($p < 0.05$) of the use of FO in specific weeks. There was a decreasing linear effect on malondialdehyde values of egg yolks receiving FO. FO may be a tool to replace AGP and improve production rates and quality of egg broiler breeders.

Key-words: AGP, antioxidant activity, broiler breeders, functional oils, eggs

INTRODUÇÃO

Matrizes pesadas fazem parte do início da cadeia avícola e os resultados referentes ao bom desempenho da reprodutora afetam diretamente os índices de lucratividade das empresas. O desempenho produtivo da matriz é afetado por diversos fatores, dentre eles sanidade, manejos e nutrição. Portanto, é necessário encontrar ferramentas que permitam melhorar o desempenho da reprodutora. A nutrição de reprodutoras deve atender as exigências da ave, alcançando bom

desempenho produtivo e, ainda, suprir as necessidades dos embriões e dos pintos neonatos, originados de seus ovos. O desenvolvimento e a vitalidade do embrião dependem completamente dos nutrientes contidos no ovo, os quais são originados da dieta e do metabolismo das galinhas (OVIEDO-RÓNDON e MURAKAMI, 1998).

Além disso, melhorias na nutrição da matriz têm um grande efeito multiplicador, considerando uma produção de mais de 150 pintos por ave alojada. Isto significa que pequenas alterações no desempenho dos frangos decorrentes do melhor aporte de nutrientes maternos têm um impacto muito grande na lucratividade da cadeia avícola (CALINI e SIRRI, 2007).

Entre as ferramentas utilizadas para garantir a lucratividade do setor de matrizes pode ser citada a utilização de antibióticos promotores de crescimento (APC) nas dietas. Porém, sua utilização é controversa e o uso de aditivos naturais que os substituem já é uma alternativa viável.

Poucas pesquisas foram conduzidas substituindo APC por óleos essenciais na dieta das matrizes e os resultados obtidos são bastante promissores. Chilante et al. (2012) observaram que o uso de óleos essenciais extraídos do tomilho, orégano, alecrim e pimenta aumentou a produção de ovos, reduziu os índices de mortalidade durante a fase de produção de matrizes e reduziu o número de ovos sujos. Os autores concluíram que estes óleos podem ser uma alternativa para melhorar o desempenho produtivo de matrizes pesadas.

Vasconcelos et al. (2016) suplementaram dietas para poedeiras com ácidos orgânicos associados a óleos essenciais em substituição aos APC e observaram que não houve prejuízos à qualidade dos ovos. Apesar do trabalho ser conduzido com poedeiras, demonstra que há um potencial de uso nas dietas para matrizes de corte. O perfil nutricional do ovo, ou seja, o tipo e a concentração de nutrientes disponíveis para o desenvolvimento do embrião pode influenciar o potencial de ganho de peso da progênie e as características importantes associadas ao crescimento (FERNANDES et al., 2014).

Além disso, o organismo animal possui um sistema de defesa antioxidante capaz de neutralizar radicais livres gerados pelos processos fisiológicos, não sendo eficiente em situações de estresse oxidativo intenso decorrente de disfunções metabólicas por motivos diversos (MURAKAMI et al., 2014). A criação em ambiente confinado e a exigência por máximos níveis produtivos das matrizes constituem-se

em potenciais estressores, prejudicando o equilíbrio existente entre a formação dos radicais livres, e a produção de antioxidantes nas aves, provocando um fenômeno celular de estresse oxidativo.

É importante considerar, que tanto a eclosão quanto a fertilidade estão diretamente relacionadas ao funcionamento do sistema antioxidante na ave reprodutora e no ovo. Em espécies aviárias, a fêmea armazena o espermatozoide em túbulos de armazenamento também denominados glândulas espermáticas. Há evidências de que nesses locais há um sistema complexo de enzimas antioxidantes e supostamente interage com o esperma luminal para minimizar os danos decorrentes da peroxidação lipídica (BREQUE et al., 2003; PAPPAS et al., 2006).

Esse mecanismo é extremamente importante, visto que, uma grande proporção da membrana espermática é composta por ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) e portanto altamente susceptíveis aos danos induzidos pela peroxidação lipídica (SURAI, 2002) que pode alterar a estrutura e a permeabilidade da membrana, assim como sua fluidez e prejudicar a capacidade de fusão, necessária durante a reação acrossomal, e conseqüentemente influenciando a fertilidade (MAIA e BICUDO, 2009). Outros estudos apontaram ainda uma importante relação entre o DNA danificado pela peroxidação lipídica com a mortalidade neonatal precoce (LUCCHESE et al., 2007).

Além disso, os sistemas antioxidativos dos embriões são completamente dependentes do sistema antioxidante da matriz (SURAI, 2003). O ovo possui aproximadamente 35% do peso da gema em lipídeos e quando metabolizados pelo embrião sofrem insaturações no fígado para formar os ácidos graxos poli-insaturados. Altas concentração desses ácidos graxos aumentam a susceptibilidade das membranas celulares à degradação por peróxidos e podem ter participação direta no aumento da mortalidade e eclosão de pintos com qualidade inferior.

Levando em consideração que os antioxidantes fornecidos para a matriz são facilmente transportados para a gema do ovo e distribuídos para todos os tecidos do embrião, é possível modular a relação estreita entre a suplementação materna de óleos essenciais ou funcionais com a atividade antioxidante e a proteção do embrião?

Esse mecanismo já foi demonstrado para nutrientes com capacidade antioxidante. Scher et al. (2009) suplementaram as matrizes com 25-hidróxi-

colecalfiferol e cantaxantina e observaram menor mortalidade embrionária, atribuindo esse efeito ao melhor funcionamento do sistema antioxidante.

Rosa et al. (2012) suplementaram matrizes de frangos de corte com cantaxantina de 46 a 66 semanas de idade e observaram melhora na fertilidade, eclodibilidade e menor mortalidade embrionária.

Segundo Melo e Guerra (2002), a carne de frango também é muito susceptível à oxidação lipídica por possuir alta quantidade de ácidos graxos poliinsaturados na sua composição, originando radicais livres e promovendo alterações que reduzem o tempo de armazenamento e o valor nutricional da carne. Dessa forma, busca-se cada vez mais a utilização de antioxidantes para retardar a oxidação das carnes durante o processamento e estocagem, aumentando a vida útil desses produtos.

O óleo da mamona (*Ricinus communis*) e o da casca do caju (*Anacardium occidentale*) são compostos naturais que podem ser utilizados como aditivos nas rações de matrizes (MURAKAMI et al., 2014).

A molécula farmacologicamente ativa do óleo de mamona é ácido ricinoleico que demonstra ter ação antimicrobiana (NOVAK et al, 1961), além de funcionar como um ionóforo divalente (VIEIRA et al., 2001).

No óleo da casca do caju a molécula ativa é um óleo rico em compostos fenólicos conhecido como líquido da casca da castanha do caju (LCC). Este óleo é composto por ácido anacárdico, cardanol, cardol e metilcardol (MURAKAMI et al., 2014).

Pesquisas tem demonstrado atividade antibacteriana do LCC (KUBO et al., 2003; LÓPES et al. 2012), bem como atividade anti-inflamatória e antioxidante (AMORATTI et al., 2001). Além disso, o LCC pode funcionar como um agonista e aumentar a atividade antimicrobiana do óleo de mamona. Assim, uma mistura de LCC e de óleo de mamona foi desenvolvida para uso oral (MURAKAMI et al., 2014).

O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antioxidante dos óleos funcionais extraídos do óleo de mamona e casca de caju sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um matrizeiro comercial, onde todos os procedimentos com uso de animais foram submetidos à avaliação e aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFPR - Setor Palotina sob o protocolo nº 32/2015.

Foram alojadas 16400 fêmeas e 1722 machos da linhagem Ross AP 95, divididos em dois aviários semelhantes dentro de um mesmo núcleo, com 8200 fêmeas e 861 machos cada. Em ambos os aviários, as aves foram alojadas com 22 semanas de idade, provenientes da categoria “média” do mesmo núcleo de recria da granja de matrizes.

As dietas para as fêmeas, a base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com as orientações do manual da linhagem e com a fase de vida das aves. Somente as fêmeas receberam as dietas experimentais, enquanto que os machos foram alimentados com ração comercial. O programa de ração foi dividido em duas fases (Tabela 1), ração postura 1 (24 às 42 semanas) e ração postura 2 (43 até o final do experimento). O arraçoamento com as dietas experimentais iniciou quando as aves estavam com 24 semanas e foi mantido até as 46 semanas. As dietas experimentais foram constituídas por:

- Aviário 1 - Tratamento A – Controle
- Aviário 2- Tratamento B – Óleos funcionais

TABELA 1: INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS.

Ingredientes, %	Postura 1		Postura 2	
	Trat A	Trat B	Trat A	Trat B
Milho	63,74	63,74	71,41	71,42
Óleo de Soja	1,77	1,77	-	-
Farelo de Soja	19,33	19,33	19,08	19,08
Farelo de Trigo	6,00	6,00	-	-
Fosfato Bicálcico	1,09	1,09	1,05	1,05
Sal	0,25	0,25	0,25	0,25
D-Metioninda	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de Colina	0,12	0,12	0,10	0,10
Bicarbonato Sódico	0,12	0,12	0,12	0,12
Calcáreo	4,00	4,00	3,83	3,83
Calcáreo 5mm	2,05	2,05	2,77	2,77
Bacitracina Metileno Dissalicilato	0,05	-	0,05	-
Óleos Funcionais	-	0,15	-	0,15
Premix vitamínico e mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição nutricional				
EM Kcal/kg	2850	2850	2850	2850
PB, %	15,00	15,00	14,50	14,50
GB, %	4,46	4,46	2,81	2,81
Ácido Linoleico, %	2,20	2,20	1,29	1,29
Cálcio, %	2,80	2,80	3,00	3,00
P disp, %	0,40	0,40	0,38	0,38
Lisina dig, %	0,658	0,658	0,637	0,637
AAS dig, %	0,542	0,542	0,534	0,534
Treonina dig., %	0,487	0,487	0,477	0,477
Triptofano dig., %	0,153	0,153	0,144	0,144
Leucina dig., %	1,218	1,218	1,229	1,229
Isoleucina dig., %	0,566	0,566	0,555	0,555
Arginina dig., %	0,879	0,879	0,843	0,843
Colina, mg/kg	1592,20	1592,20	1479,02	1479,02
Na, %	0,171	0,171	0,170	0,170
Cl, %	0,221	0,221	0,217	0,217
K, %	0,668	0,668	0,617	0,617
Na+K+Cl meq/100g	182,99	182,99	170,75	170,75

FONTE: O autor (2016).

¹Mistura vitamínica (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 3.200UI; Vit. D3 900UI; Vit.E 32.000mg; Vit. K3 1.000mg; Vit. B1 1.000mg; Vit. B2 2.400mg; Vit. B6 1.600mg; Vit. B12 8.000,40mcg; Niacina 13.000mg; Ácido Pantotênico 4.000mg; Ácido Fólico 800mg; Biotina 79.992mcg; Antioxidante 13.320. Mistura mineral (Conteúdo por kg de premix): Cobalto 100,10mg; Ferro Total 12.000mg; Cobre Total 4.000mg ; Iodo 400mg; Zinco Total 28.000mg; Manganês Total 26.000mg; Selênio Total 80mg ; Fitase 100,000FTUs.

Na ração controle, foi adicionado 500g/ton de Bacitracina Metileno Dissalicilato (BMPAC[®] - MCASSAB: Av. das Nações Unidas, 20882 – São Paulo/ SP – Brasil). Na ração com óleos funcionais, foi incluído uma mistura comercial composta basicamente de óleo de rícino + líquido da casca da castanha de caju (Essential[®], US Patente N°. 8,377,485 B2: Oligo Basics Agroind. Ltda., Rua Sérgio Gasparetto 503, Cascavel, PR- Brasil) em uma inclusão de 1,5kg por tonelada de ração, seguindo a recomendação do fabricante.

Ambos os aviários apresentavam as mesmas dimensões, de 125mx12m, climatizados, com placas evaporativas, comedouros tipo calha, bebedouro nipple, ninhos centrais automáticos, *slat* e com silos de ração separados, que permitiam a separação da ração entre os tratamentos e entre fêmeas e machos.

O manejo das matrizes, o controle de temperatura, controle de fornecimento de água, da ração e toda a coleta de ovos foi realizada de acordo com os procedimentos padrões da empresa e similar para ambos os aviários.

Semanalmente entre a 24^a e a 32^a e a cada 2 semanas entre a 33^a e a 46^a semana, uma amostra de matrizes (3% do lote) era pesada em 3 pontos distintos do aviário, para determinar o peso médio e a uniformidade geral do galpão. Da mesma forma, toda semana uma amostra de 84 ovos por aviário era pesada para determinar o peso do ovo. Ambas as pesagens eram utilizadas para o cálculo do fornecimento de ração nos aviários.

Durante todo o período foi mantida a mesma relação macho/fêmeas nos aviários e a mesma densidade de aves.

Desempenho produtivo - Matriseiro

Diariamente, durante 21 semanas (26^a até 46^a semana) era realizada a contagem dos ovos produzidos e dos ovos incubáveis para o cálculo do percentual de produção diária total e percentual de ovos incubáveis. A cada 7 dias, obtinha-se uma média semanal de produção de ovos.

Desempenho produtivo - Incubatório

A cada 4 semanas (26^a, 30^a, 34^a, 38^a, 42^a e 46^a) era realizada a coleta de 5040 ovos por tratamento. Na coleta, eram selecionados somente ovos incubáveis provenientes de ninho. Ovos sujos, oriundos da cama e com problemas aparentes, eram descartados. No incubatório, os ovos de cada tratamento foram colocados em carrinhos de incubação com dois compartimentos com 15 andares cada, comportando 168 ovos por andar. Desta forma, o delineamento experimental no incubatório foi inteiramente casualizado com 2 tratamentos e 30 repetições de 168 ovos para avaliação da fertilidade, eclosão, eclodibilidade, embriodiagnóstico e peso do pintinho.

A incubação foi realizada em um incubatório comercial, em incubadoras de estágio único e os procedimentos utilizados seguiram os padrões da empresa. Ambos os carrinhos foram identificados e incubados 48 horas após a coleta dos ovos.

Para a avaliação da fertilidade, foi utilizado os recursos de *scanner* da máquina vacinadora automática. Aos 18 dias de incubação, ao realizar a vacina no ovo, a máquina automaticamente retirava e contava os ovos claros (inférteis). Os ovos claros de 6 andares (andar nº 1, 5, 10, 15, 20, 25) dos carrinhos eram coletados e armazenados para a realização do embriodiagnóstico. Os ovos previamente vacinados, e portanto, considerado férteis eram transferidos para os nascedouros em bandejas identificadas, onde permaneciam até o 21º dia de incubação.

No 21º dia de incubação após a eclosão, era realizada a contagem do total de pintos viáveis e do total de ovos não eclodidos por bandeja em cada tratamento, seguindo a mesma ordem do carrinho de incubação (30 andares = 30 bandejas). Os ovos não eclodidos dos andares 1, 5, 10, 15, 20, 25 eram coletados, identificados e armazenados para a realização do embriodiagnóstico ao final da contagem de todas as bandejas de eclosão.

A fertilidade foi calculada tendo como base o número de ovos claros (retirados pela máquina vacinadora) de acordo com o número total de ovos incubados em cada andar do carrinho de incubação. A eclosão, tendo como base o número de pintos nascidos de acordo com o número total de ovos incubados e para a determinação da eclodibilidade, contabilizou-se o número de pintos nascidos de acordo com o número total de ovos férteis do andar.

Para a pesagem dos pintinhos recém eclodidos, eram retirados 30 pintos dos andares 1, 5, 10, 15, 20, 25 de cada carrinho de incubação. Todas as aves eram identificadas e pesadas individualmente em balança eletrônica. Para a avaliação do peso do pinto, a repetição era considerada a ave, portanto eram 180 repetições por tratamento a cada 4 semanas.

Para realização do embriodiagnóstico, os ovos não eclodidos retirados pela máquina vacinadora aos 18 dias de incubação e no dia da eclosão (21º dia de incubação) dos andares 1, 5, 10, 15, 20 e 25 de cada carrinho, eram quebrados e classificados de acordo com a planilha de embriodiagnóstico fornecida pela empresa

integradora. Os ovos foram classificados em mortalidade de 0 a 3 dias de incubação, mortalidade de 4 a 10 dias de incubação, mortalidade de 11 a 17 dias de incubação, mortalidade de 18 a 21 dias de incubação e ovos bicados vivos. Todos os valores foram expressos em percentual do total de ovos do andar do carrinho (168 ovos), sendo portanto 6 repetições por tratamento a cada 4 semanas.

Avaliação da qualidade do ovo

A cada 8 semanas (25^a, 33^a, 41^a, 49^a) uma amostra de 15 ovos por faixa de peso (pequenos, médios e grandes) por tratamento era coletada para análise do peso do ovo, percentual de gema, percentual de albúmen e espessura da casca. A faixa de peso era determinada ainda na granja das matrizes com base no peso médio, sendo: ovos pequenos (peso inferior a 5% do peso médio); ovos médios (entre 5% para mais e para menos do peso médio) e ovos grandes (peso superior a 5% do peso médio).

O peso do ovo individual era determinado em balança eletrônica e após a pesagem, era quebrado e separada a gema para pesagem. A casca era lavada, armazenada em temperatura ambiente por 48h e pesada. O peso do albúmen era determinado pela diferença entre o peso total do ovo menos o peso da gema e da casca. O peso absoluto da gema e do albúmen foi dividido pelo peso do respectivo ovo, para cálculo do peso relativo da gema e peso relativo do albúmen.

A espessura das cascas previamente lavadas e secas foi medida com auxílio de um micrômetro digital (Mitutoyo[®]) em três pontos na região central de cada casca.

Para essas análises, o ovo foi considerado a repetição, totalizando 45 repetições por tratamento a cada 8 semanas.

Avaliação da atividade antioxidante

Para a avaliação da peroxidação lipídica da gema do ovo fresco foi utilizado a técnica de quantificação de malonaldeído pelo método de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico). As gemas separadas dos 15 ovos por faixa de peso foram separadas em 5 *pools* de 3 ovos cada. De cada amostra (15/tratamento), eram retiradas sub-amostras de 2,5g, as quais eram homogeneizadas com 10ml de

solução de ácido tricloroacético (TCA) e 250µl BHT (hidroxitolueno butilado). O sobrenadante era filtrado e alíquotas de 3 ml eram tratadas com 3 ml de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA), homogenizadas e colocadas em banho maria (80°C) por 40 minutos, esfriadas e medidas em espectrofotômetro a 538nm. O resultado foi expresso em miligramas de malonaldeído (MDA) por grama de amostra. Todo o processo foi realizado conforme a adaptação da metodologia de Vyncke (1970).

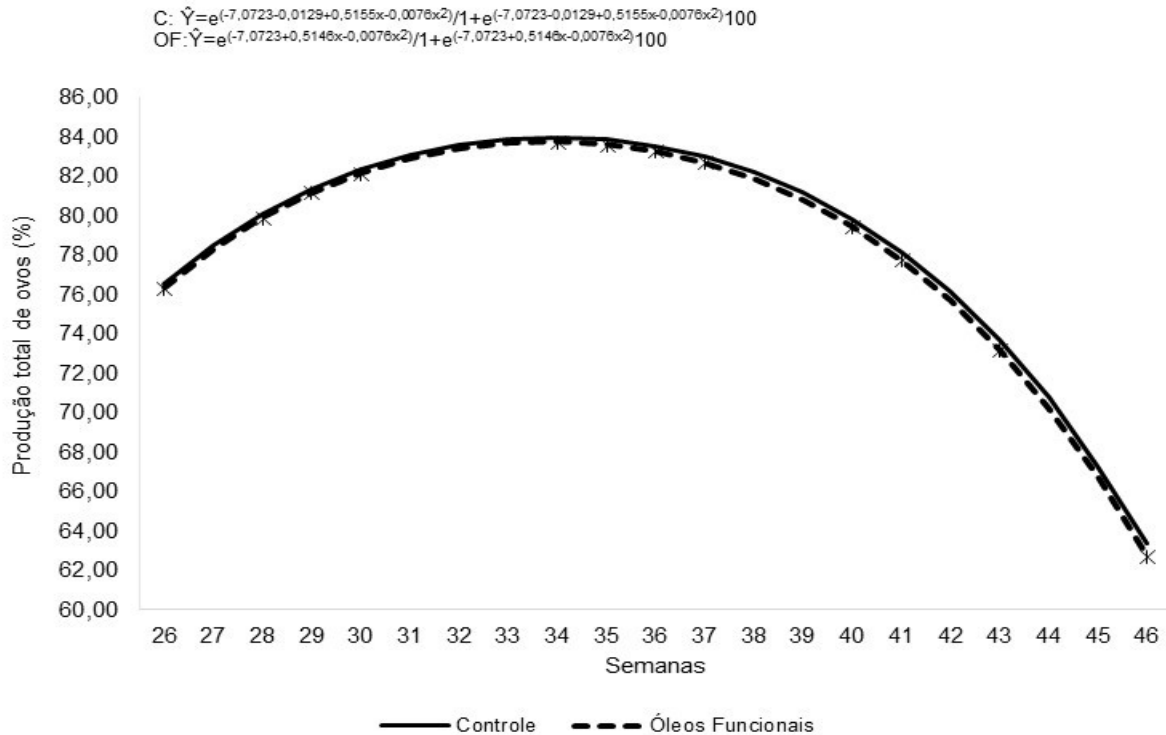
Análises estatísticas

Os dados foram analisados através de regressão logística, utilizando o procedimento GENMOD do programa SAS (SAS Institute, 2002) com nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do percentual de produção de ovos totais podem ser visualizados na Figura 1. As curvas apresentaram comportamento quadrático, de acordo com o que se esperava para uma curva de produção de matrizes pesadas. Houve diferença estatística ($p < 0,05$) nas semanas 26, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 43 e 46 onde as aves do tratamento controle apresentaram maior percentual de produção de ovos quando comparadas com as aves que receberam óleos funcionais. Nas demais semanas não houve diferença entre os tratamentos.

FIGURA 1: PERCENTUAIS DE PRODUÇÃO TOTAL DE OVOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO



FONTE: O autor (2016).

Os resultados encontrados neste experimento são diferentes dos resultados de Chilante et al. (2012). Os autores suplementaram matrizes pesadas com óleos essenciais de tomilho, orégano, alecrim e extrato de pimenta e observaram maior produção de ovos, quando comparado ao tratamento controle, sem a adição de promotores. Os autores atribuíram a maior produção à eubiose do trato gastrointestinal, afirmando que essa interação é diretamente proporcional com a saúde da câmara calcífera e conseqüentemente com a maior produção de ovos.

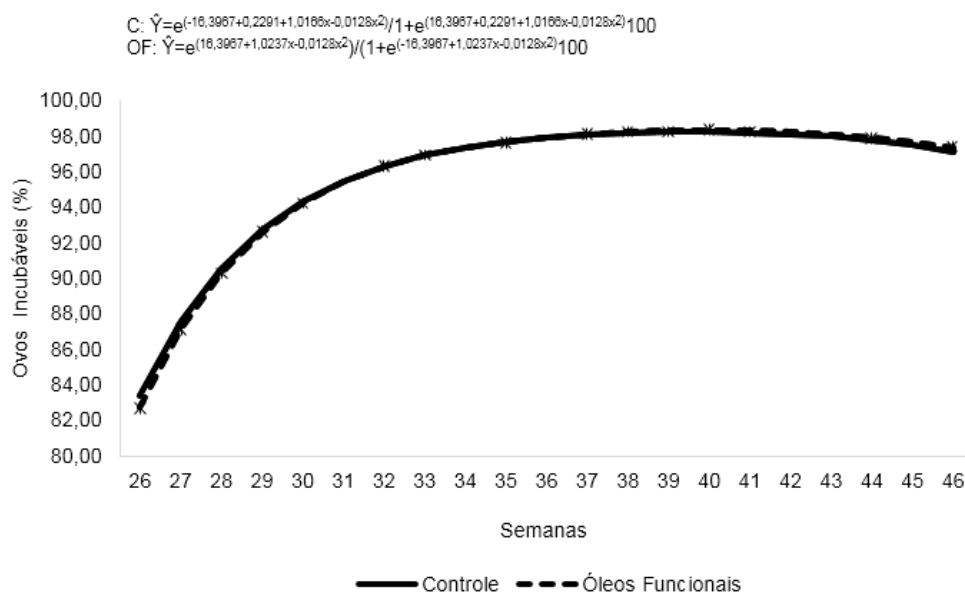
Além dos princípios ativos que compõem os aditivos fitogênicos utilizados nos dois estudos diferirem, no presente estudo, a dieta controle foi acrescida de APC, enquanto no estudo de Chilante et al. (2012), a dieta controle não foi suplementada com aditivo promotor do crescimento. Essa variação na composição dos aditivos é o suficiente para causar graus de susceptibilidade das bactérias gram-positivas e gram-negativas. Assim, é importante também considerar que o APC

utilizado foi mais eficiente em modular a microbiota intestinal e em consequência a disponibilidade de nutrientes que pode ter resultado na maior produção de ovos.

O melhor efeito do APC pode estar atrelado a condição da microbiota de aves de ciclo longo. Segundo Pedroso et al. (2016) há variações na composição da microbiota com a idade da ave. Assim, aves de ciclo longo podem oferecer particularidades microbiológicas que dificultam a ação antimicrobiana dos óleos funcionais.

Os resultados do percentual de produção de ovos incubáveis estão demonstrados na Figura 2. Houve diferença estatística ($p < 0,05$) nas semanas 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 44 e 46. Nas semanas iniciais (26, 27, 28, 29, 30 e 32) as aves que receberam dieta controle apresentaram um maior percentual de aproveitamento. Entretanto, nas semanas intermediárias e finais (33, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 44 e 46) as aves que receberam óleos funcionais apresentaram um maior aproveitamento de ovos para a incubação quando comparadas as aves da dieta controle.

FIGURA 2: PERCENTUAIS DE PRODUÇÃO DE OVOS INCUBÁVEIS DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO

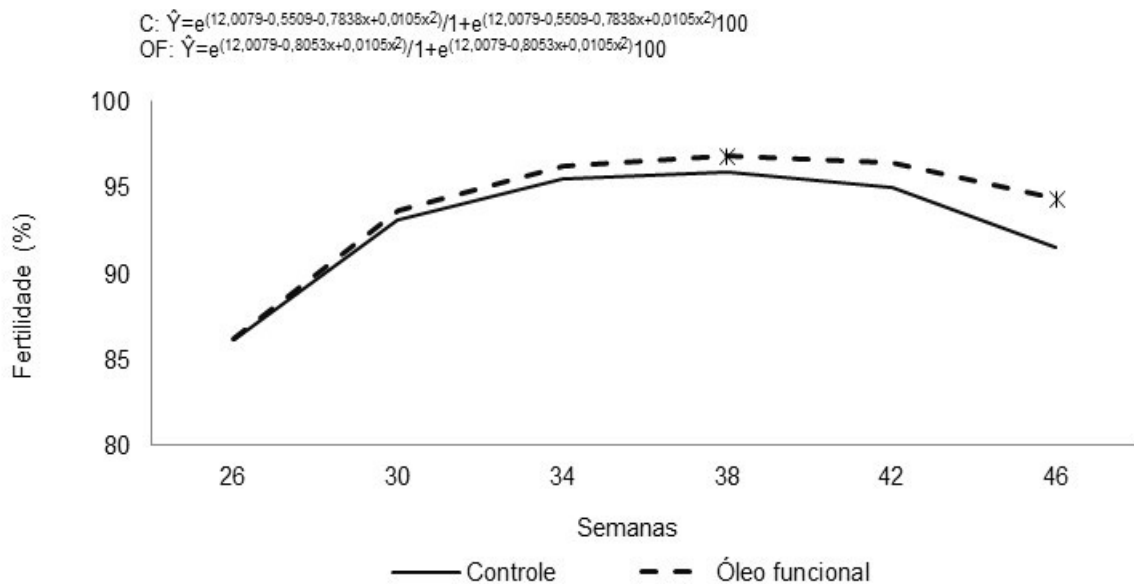


FONTE: O autor (2016).

Tais resultado remetem um efeito acumulativo do consumo de óleos funcionais, quando comparado a dieta controle. O melhor aproveitamento nas semanas pós pico de produção pode estar relacionado a melhor qualidade do ovo, como menor número de ovos deformados (Dados não demonstrados).

Os resultados do percentual de fertilidade dos tratamentos estão demonstrados na Figura 3. Houve diferença estatística ($p < 0,05$) nas semanas 38 e 46, onde as aves que receberam óleos funcionais na dieta, apresentam maior fertilidade quando comparadas ao tratamento controle.

FIGURA 3: PERCENTUAIS DE FERTILIDADE DE OVOS INCUBÁVEIS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO.



FONTE: O autor (2016).

Da mesma forma que para o número de ovos incubáveis, o efeito da utilização dos óleo funcionais foi acumulativo. A melhora no índice de fertilidade pode estar relacionada ao efeito antioxidante dos óleos em proteger o espermatozoide da oxidação lipídica no trato reprodutivo da fêmea (BREQUE et al., 2003).

Os galos não receberam o tratamento e o efeito antioxidante sobre os espermatozoides pode ter ocorrido nas glândulas hospedeiras útero-vaginais da fêmeas. Segundo Bakst et al. (1994) a galinha pode armazenar espermatozoides

nas glândulas hospedeiras útero-vaginais e do infundíbulo por um longo período após a cópula, mantendo a produção de ovos férteis por várias semanas.

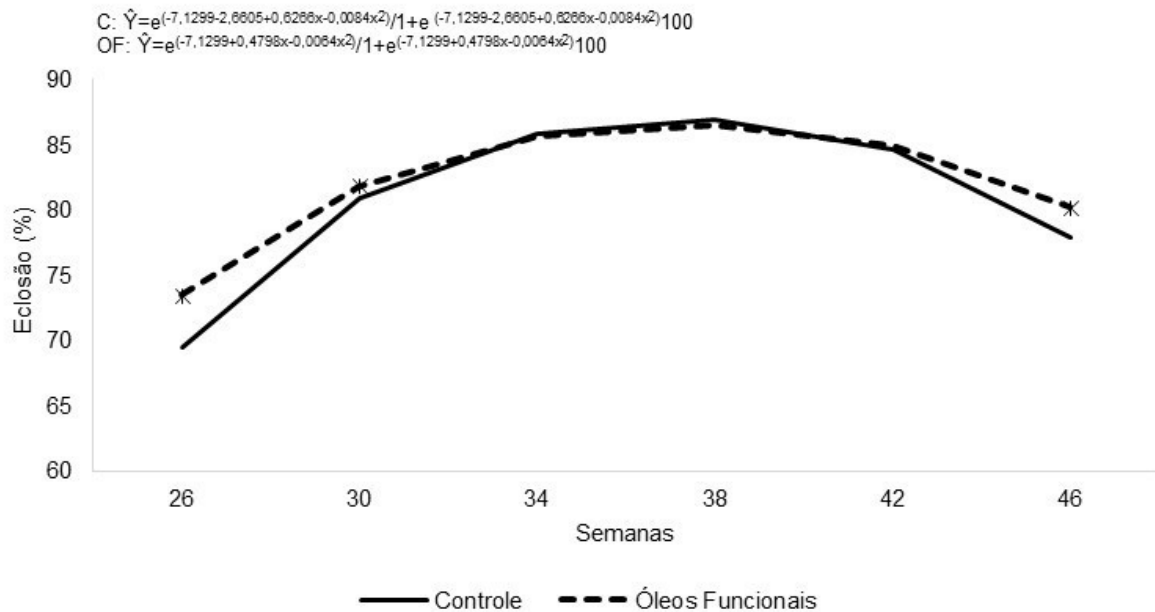
Assim, a duração da sobrevivência espermática pode ser afetada por fatores intrínsecos do macho ou da fêmea (RUTZ et al., 2007) e a redução na produção de ovos férteis nas aves que receberam a dieta controle pode estar associada à provável redução da habilidade de reter espermatozoides viáveis nas glândulas da junção útero-vagina, local de estocagem dos espermatozoides (FASENKO et al., 1992)

Segundo Surai (2002), a alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa no espermatozóide favorece a peroxidação lipídica, pois as duplas ligações permitem a formação de radicais livres ao se juntarem ao oxigênio metabólico (MCDOWELL, 1989) e segundo Aitken (1995), a fluidez espermática e a capacidade fertilizante são prejudicadas. Isso pode ocorrer desde o momento em que os espermatozoides são formados no testículo, até a ejaculação e passagem pelo trato reprodutivo da fêmea (WEIR e ROBAIRE, 2007).

Segundo Kirby et al. (1998), a melhora da fertilidade pode estar relacionada também com a qualidade dos ovos, mostrando que há também essa possibilidade para justificar os resultados encontrados.

Os resultados do percentual médio de eclosão dos tratamentos podem ser visualizados na Figura 4. Houve diferença estatística ($p < 0,05$) nas semanas 26, 30 e 46 onde as aves que receberam o tratamento com a adição de óleos funcionais, apresentaram maior eclosão, quando comparadas com o tratamento controle.

FIGURA 4: PERCENTUAIS DE ECLOSÃO DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO



FONTE: O autor (2016).

Resultados semelhantes foram encontrados por Chilante et al. (2012), os autores observaram que matrizes suplementadas com óleos essenciais, apresentaram eclosão superior ao tratamento controle, sem a adição de aditivos às 30 semanas de vida.

São vários os fatores que podem interferir na eclosão. Segundo McDaniel (2002) as principais causas responsáveis por perdas de eclosão, estão relacionadas a infertilidade (40%), seguida por mortalidade embrionária precoce (27%), intermediária (6%), tardia (20%) e descarte e refugos (7%).

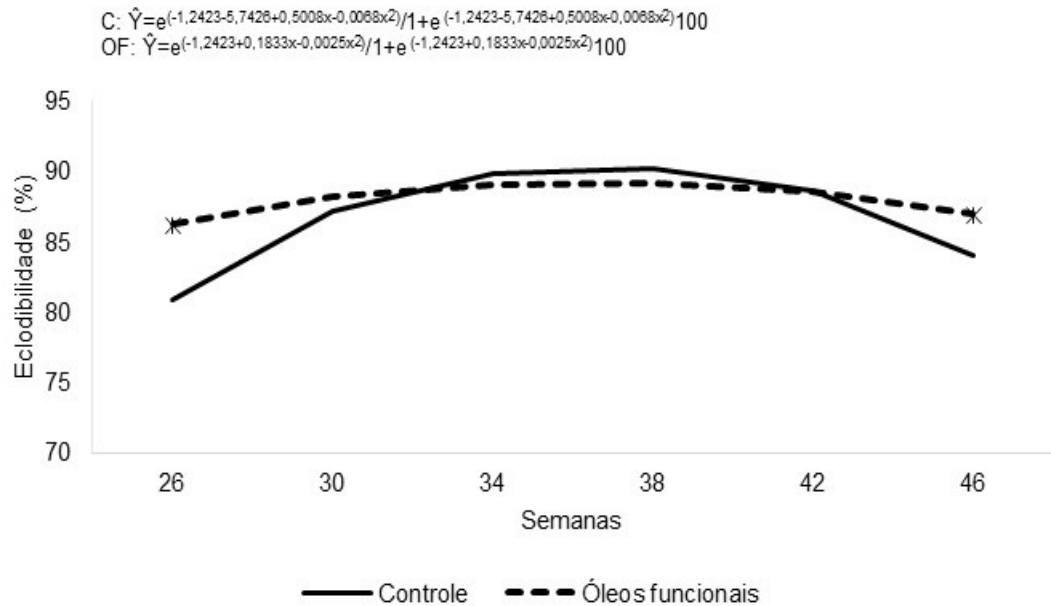
Levando em consideração os dados de fertilidade da Figura 3, é possível afirmar que a melhora da eclosão nos períodos finais de produção (46 semanas) pode estar relacionada a melhor fertilidade das aves que receberam óleos funcionais, corroborando com a afirmação de McDaniel (2002).

Nas semanas iniciais (26 e 30 semanas), a melhor eclosão pode estar relacionada ao menor número de ovos bicados vivos (Figura 6 - E).

Os resultados de eclodibilidade podem ser visualizados na Figura 5. Houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre os tratamentos nas semanas 26 e 46. Em ambos

os períodos as aves suplementadas com óleos funcionais apresentaram maior eclodibilidade. Isso significa que os óleos funcionais podem melhorar o desenvolvimento do embrião e diminuir a mortalidade embrionária nestes períodos.

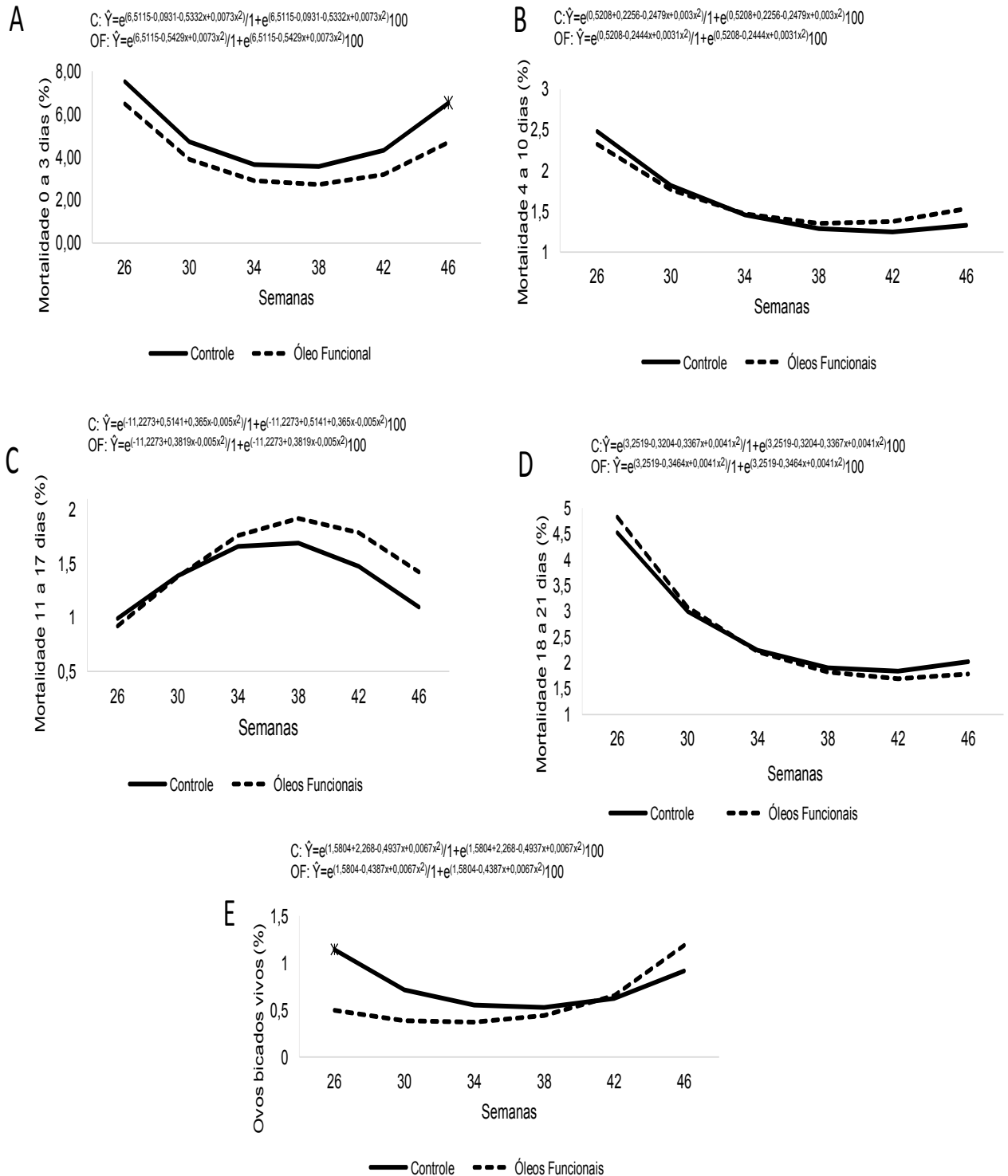
FIGURA 5: PERCENTUAIS DE ECLODIBILIDADE DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS 26 E 46 SEMANAS DE PRODUÇÃO.



FONTE: O autor (2016).

Os resultados do embriodiagnóstico podem ser visualizados na Figura 6. Houve diferença estatística ($p < 0,05$) para a variável mortalidade de 0 a 3 dias (Figura 6 – A) de incubação nas 46 semanas. Ovos provenientes de matrizes que receberam o tratamento controle, apresentaram maior percentual de mortalidade inicial, quando comparado com as aves do tratamento com óleo funcionais. Também houve efeito significativo ($p < 0,05$) para a variável ovos bicados vivos (Figura 6 – E) nas 26 semanas, onde os ovos provenientes de matrizes que receberam a dieta controle, apresentaram maior percentual de ovos bicados vivos, quando comparado com os ovos provenientes de matrizes que receberam óleos funcionais. Para as demais variáveis do embriodiagnóstico, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

FIGURA 6: EMBRIODIAGNÓSTICO DE OVOS INCUBADOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO



FONTE: O autor (2016).

Ambos os resultados estão diretamente ligados a diferença encontrada para eclodibilidade neste mesmo período, justificando o efeito positivo da suplementação de óleos funcionais na dieta das matrizes.

Com o embriodiagnóstico, é possível verificar, nos ovos não eclodidos, quando houve mortes de embrião. A partir do conhecimento do período em que aconteceu a mortalidade é possível tomar as medidas necessárias (GONZALES, 2005). Nestes casos, a mortalidade embrionária em qualquer fase de incubação e o percentual de ovos bicados vivos impacta diretamente na eclosão e na eclodibilidade (MCDANIEL, 2002).

As médias de mortalidade embrionária precoce deste trabalho foram semelhantes as descritas por Macari e Gonzales (2003) e superiores as preconizadas pela linhagem, em torno de 3,5% no período (0 a 3 dias de incubação).

Mortalidades embrionárias de 0 a 3 dias de incubação estão diretamente ligadas a eficiência produtiva da fêmea e a qualidade dos ovos. A má qualidade do albúmen pode ter influência direta na mortalidade de 0 a 3 dias. Além disso, a mortalidade nesta fase pode ser justificada pela menor sensibilidade do embrião proveniente de matrizes suplementadas com óleos funcionais. Neste período ocorre a formação do alantoide, órgão respiratório que forma uma rede de vasos capilares na membrana interna da casca dos ovos, responsável pela eliminação do dióxido de carbono e pelo aporte de oxigênio para o embrião. Nesta etapa, qualquer alteração pode resultar em acúmulo de dióxido de carbono no sangue do embrião, causando a mortalidade precoce (MACARI e GONZALES, 2003).

A diminuição da mortalidade na categoria bicados vivos provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais na fase final de incubação, pode ser associada a maior proteção antioxidante. Segundo Visschedijk (1968), a mudança da respiração corioalantóica para respiração pulmonar aumenta em 60% a aceleração do metabolismo oxidativo. Nesta mesma fase o desenvolvimento do embrião está associado ao consumo de ácidos graxos poliinsaturados (SPEAKE et al., 1998) e pode ocorrer portanto uma excessiva produção de radicais livres que pode resultar na peroxidação lipídica e a suplementação materna com óleos funcionais melhorou a capacidade antioxidantes da progênie.

Segundo Cardoso et al. (2002), quanto mais velha a matriz, maior o percentual de gema e conseqüentemente, maior a concentração de proteínas e

fosfolipídios no ovo. Tais substâncias são importantes no terço final da incubação, que se caracteriza pela transferência de nutrientes do saco vitelínico para o embrião, determinando assim melhor desenvolvimento embrionário das aves (APPLEGATE e LILBURN, 1996).

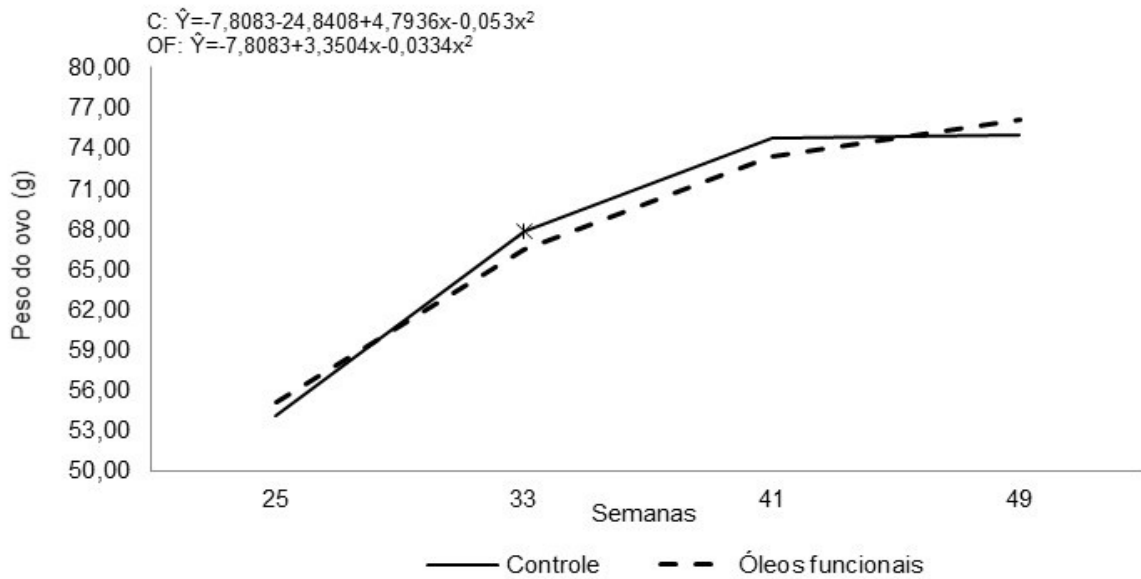
Para a quebra da casca, o embrião necessita energia e força física, que é proveniente do aporte nutricional do conteúdo do ovo. Ovos com baixa qualidade de lipídios retardam o desenvolvimento embrionário (ROCHA et al. 2013), o que pode estar diretamente relacionado a ocorrência do maior número de ovos bicados vivos.

Embora não observado diferença estatística para mortalidade de 4 a 11 dias e de 12 aos 17 dias, as médias encontradas neste trabalho foram menores que a média de mortalidade precoce, corroborando com Macari e Gonzales (2003), que afirmaram que o índice de mortalidade intermediário compreendido para os autores no período entre o 8º e o 14º dia de incubação é bem menor que os índices de mortalidade precoce. Para ovos bicados vivos, a média encontrada neste trabalho para ambos os tratamentos manteve-se muito perto do percentual preconizado pela linhagem que é de 1%.

Para a mortalidade no período final (18º aos 21º dias de incubação) as médias encontradas neste trabalho ficaram levemente abaixo das preconizadas pela linhagem, que deve ser em torno de 3 %.

Os resultados de peso dos ovos podem ser visualizados na Figura 7. Houve efeito significativo ($p < 0,05$) na semana 33, onde os ovos provenientes de matrizes que receberam a dieta controle apresentaram peso superior aos ovos das matrizes que receberam dietas com óleos funcionais. Nas demais semanas não houve efeito significativo ($p > 0,05$).

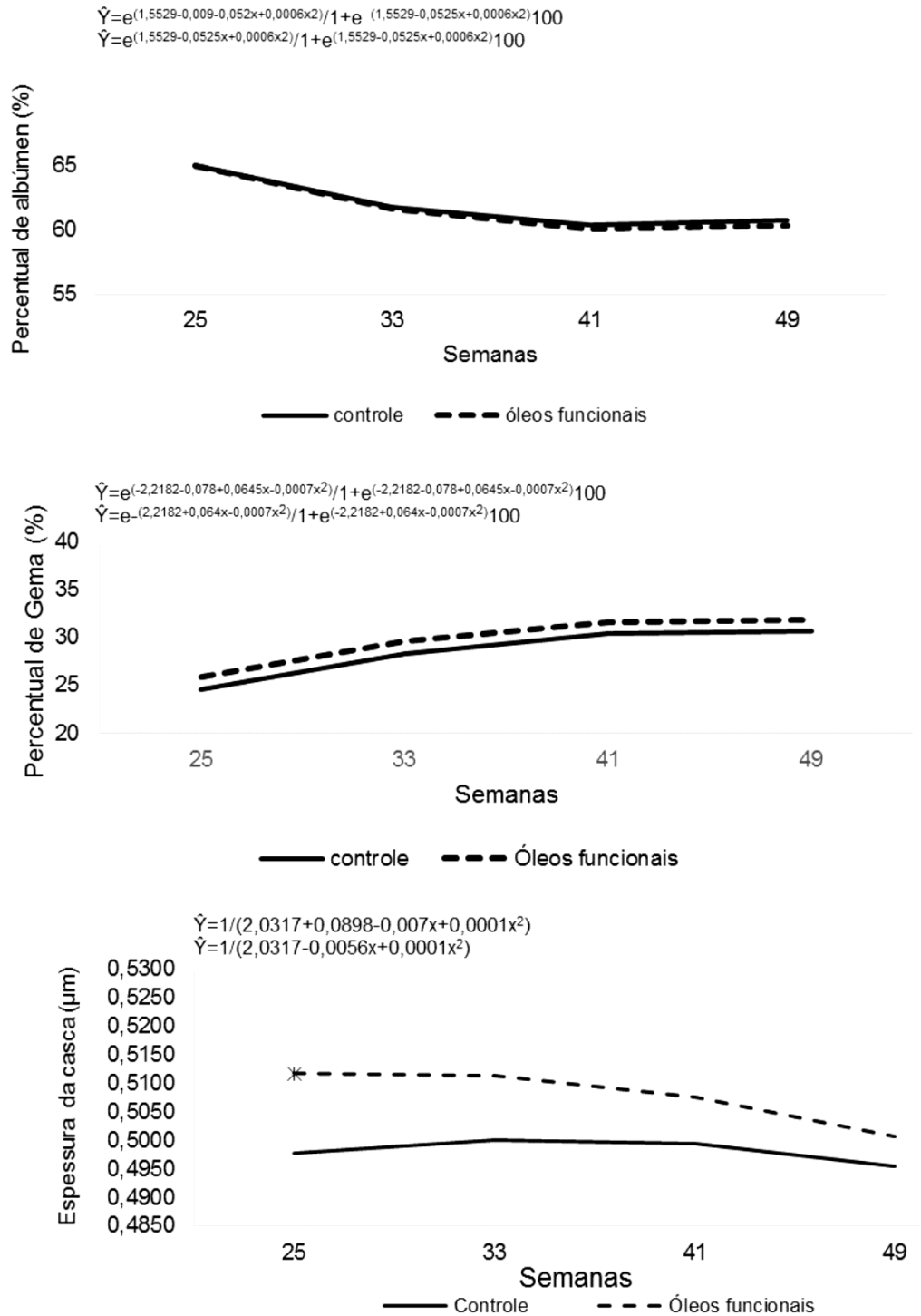
FIGURA 7: PESO DOS OVOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 25 E 49 DE PRODUÇÃO



FONTE: O autor (2016).

Os resultados do percentual de gema, albúmen e espessura da casca do ovo podem ser visualizados na Figura 8. Não houve efeito entre os tratamentos para as variáveis percentual de gema e percentual de albúmen entre os tratamentos. Para espessura da casca houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos na semana 26, onde ovos provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais apresentaram maior espessura de casca, quando comparados aos ovos provenientes das matrizes que receberam dieta controle.

FIGURA 8: PERCENTUAL DE GEMA, ALBÚMEN E ESPESSURA DA CASCA DE OVOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 25 E 49 SEMANAS.



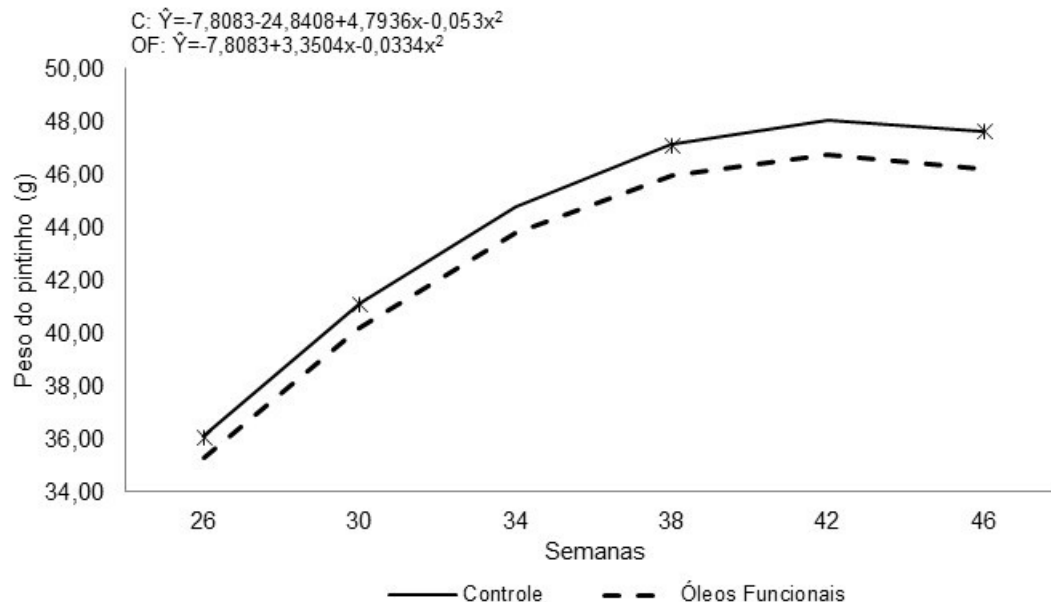
FONTE: O autor (2016).

A maior espessura de casca, está relacionada ao menor tamanho dos poros e conseqüentemente a menor perda de umidade e calor pelo ovo durante o processo de incubação. Segundo Peebles e Brake (1985), essas características estão diretamente ligadas a morte embrionária.

Além disso, os resultados para ambos os tratamentos corroboram com a afirmação de Barbosa et al. (2012), que avaliaram que ovos provenientes de matrizes jovens apresentam menor espessura de casca e com o envelhecimento da matriz, os ovos produzidos são maiores e conseqüentemente as cascas são menos espessas.

Os resultados do peso dos pintinhos podem ser visualizados na Figura 9. O peso do pinto para ambos os tratamentos aumentou com o avançar da idade da matriz, o que já era esperado para uma curva normal de peso de pintinho. Houve diferença estatística nas semanas 26, 30, 38 e 46, onde os pintinhos provenientes de matrizes que receberam a dieta controle, apresentaram maior peso, quando comparados aos pintinhos provenientes das aves que receberam óleos funcionais.

FIGURA 9: PESO DOS PINTINHOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 26 E 46 DE PRODUÇÃO



FONTE: O autor (2016).

Embora a diferença estatística do peso do pintinho não aconteceu nas mesmas semanas que o peso do ovo, pressupõe-se que ambas estão diretamente relacionadas, visto que não foi possível fazer o controle preciso de ambos na mesma semana.

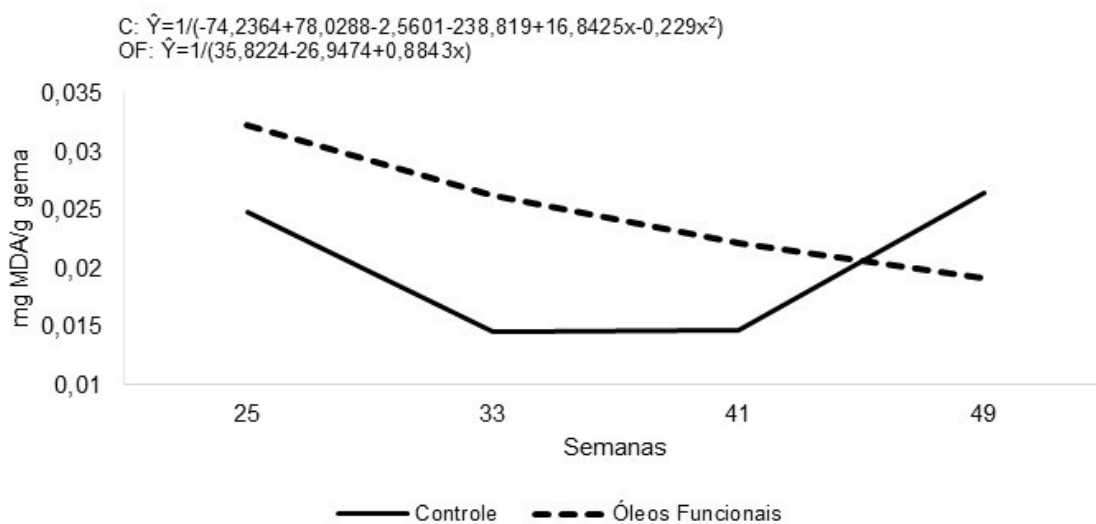
Tal relação já é conhecida e apenas corrobora com os resultados da literatura, como a afirmação de Maiorka et al. (2003), que diz que o peso do pintinho pode estar diretamente relacionada ao peso do ovo. Trabalhos demonstram que o peso do pinto representa entre 66 e 71% do peso do ovo (MARINHO et al., 2008; PAPPAS et al., 2006).

Segundo Leandro et al. (2006) o maior peso inicial do pinto de corte favorece o desempenho posterior dos frangos e resulta em maior peso final de carcaça. Outros autores como Gonzales et al. (2003) relacionaram o peso do pintinho com o melhor desempenho somente até os 7 dias de idade. Portanto, ainda há contradições em relação a influência do tamanho do pintinho sobre o desempenho do frango de corte e essa diferença pode não ser significativa em pintinhos provenientes de ovos de boa qualidade, que conseqüentemente, indiferente do tamanho do ovo, produzem pintos de alta qualidade.

Segundo Meijerhof (2010), a qualidade do pintinho está diretamente relacionada com o resultado final do frango de corte. Para isso, algumas empresas tem adotado medidas que verificam a qualidade do pintinho pós eclosão. Um exemplo disso, é a metodologia Escore Pasgar[®]. Essa metodologia é baseada em uma criteriosa avaliação pós eclosão em que o avaliador pontua a qualidade das aves, baseado nas características do umbigo, do reflexo da aves, da presença de lesões na perna e no bico e no grau de absorção da gema. Segundo o manual do Escore Pasgar[®], as notas vão de 0 a 10 e o ideal para se ter uma boa qualidade do pintinho é a nota 9.

Os resultados da concentração média de malonaldeído (MDA) na gema dos ovos podem ser visualizados na Figura 10. Foi observado comportamento linear decrescente na concentração de MDA na gema dos ovos para as aves que receberam óleos funcionais na dieta e para as aves que receberam dieta controle foi observado um comportamento quadrático.

FIGURA 10: CONCENTRAÇÃO DE MALONALDEÍDO (TBARS – MG/MDA/G DE GEMA) EM OVOS PROVENIENTES DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS E DIETA CONTROLE ENTRE AS SEMANAS 25 E 49 DE PRODUÇÃO.



FONTE: O autor (2016).

Esse comportamento linear decrescente dos óleos funcionais sobre a concentração de MDA demonstra claramente que a suplementação dos óleos funcionais deve ser a longo prazo para que efeitos como aqueles observados nesse estudo para a produção de ovos incubáveis e fertilidade sejam perceptíveis.

Por outro lado, o consumo da dieta controle resultou em menores níveis de MDA até o pico de produção. Entretanto, com a queda do pico de produção, houve um aumento na concentração de MDA, demonstrando que os sistemas de proteção antioxidante do ovo, com o aumento da idade, foram se tornando menos eficientes em conter a cascata de oxidação biológica.

Esse resultado é semelhante aos encontrados por Freitas et al. (2013) que forneceram óleos essenciais e extratos de plantas na dieta de poedeiras e observaram que os compostos antioxidantes foram transferidos para o ovo, reduzindo a quantidade do composto MDA e, conseqüentemente, retardando a oxidação lipídica.

O comportamento linear decrescente para as aves alimentadas com óleos funcionais corrobora com a citação de Trevisan et al. (2006) que relataram que a capacidade antioxidante do ácido anacárdico, um dos componentes dos óleos funcionais que compõe o aditivo utilizado nesse estudo, está relacionado com a inibição da produção de superóxido.

O mecanismo de atividade antioxidante dos óleos funcionais ainda não está suficientemente estabelecido, principalmente quando suplementados em dietas de matrizes de frangos de corte. Muito ainda precisa ser esclarecido, como o nível e proporção ideal de inclusão, a utilização de misturas ou compostos separados, as interações com os ingredientes da dieta, o exato mecanismo de ação, toxicidade, além da necessidade de conhecer de forma mais sistemática a transferência dos princípios ativos para a gema e o metabolismo embrionário.

A base bioquímica da transferência de nutrientes dos tecidos da reprodutora para o ovário e para o oviduto implica a síntese e exportação de proteínas com capacidade de ligar-se a nutrientes específicos. O embrião desenvolve mecanismos específicos de mobilização de vitaminas e minerais armazenados no ovo e também implica a síntese e transporte de proteínas com capacidade de ligação específica.

CONCLUSÕES

A suplementação das matrizes com óleos funcionais diminui o percentual de produção total de ovos e melhora o aproveitamento dos ovos incubáveis a partir das 33^a semanas.

Matrizes que receberam os óleos funcionais apresentaram maiores índices de eclosão, eclodibilidade e fertilidade, quando comparadas ao tratamento controle.

A suplementação das matrizes com óleos funcionais diminui o percentual de mortalidade embrionária inicial e o percentual de ovos bicados vivos.

Ovos provenientes de matrizes que receberam óleos funcionais possuem composição semelhante aos ovos provenientes de matrizes que receberam dieta controle. Ovos provenientes de matrizes que receberam óleos funcionais apresentam cascas mais espessas.

Pintainhos e ovos provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais são menores, quando comparados com o tratamento controle.

REFERÊNCIAS

AITKEN, R. J. Free radicals, lipid peroxidation and sperm function. *Reproduction, Fertility and Development*, v.7, n.4, p.659-668, 1995.

AMORATTI, R.; PENDULLI, G.F.; VALGIMIGLI, L.; ATTANASI, O.A.; FILIPPONE, P.; FIORUCCI, C.; SALDINO, R. Absolute rate constants for the reaction of peroxy radical with cardanol derivatives. *Journal of Chemical Sciences*, v.2, p.2142-2146, 2001.

APPLEGATE, T.; LILBURN, M.S. Characteristics of changes in yolk sac and liver lipids during embryonic and early posthatch development of turkey poults. *Poultry Science*, v.75, n.4, p.478-483, 1996.

BAKST, M.R.; WISHART G.; BRILLARD, J.P.; Oviductal sperm selection, transport and storage in poultry. *Poultry Science*, v.5, p.117-143, 1994.

BARBOSA, V.M.; BAIÃO, N.C.; MENDES, P.M.M.; ROCHA, J.S.R.; POMPEU, M.A.; LARA, L.J.C.; MARTINS, N.R.S.; NELSON, D.L.; MIRANDA, D.J.A.; CUNHA, C.E.; CARDOSO, D.M.; CARDEAL, P.C. Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.4, p.1036-1044, 2012.

BREQUE, C.; SURAI, P.F.; BRILLARD, J.P. Roles of antioxidants on prolonged storage of avian spermatozoa in vivo and in vitro. *Molecular Reproduction and Development*, v.66, n.3, p.314- 323, 2003.

CALINI, F.; SIRRI, F. Breeder nutrition and offspring performance. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.9, n.2, p.77-83, 2007.

CARDOSO, J.P.; NAKAGE, E.S.; PEREIRA, G.T.; BOLELI, E.I. Efeito da idade da matriz e peso dos ovos, sobre os componentes do ovo em frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.4, p.16, 2002.

CHILANTE, R.B.; KUSSAKAWA, K.C.K.; FLEMMING, J.S. Efeito da utilização de óleos essenciais na alimentação de aves matrizes pesadas. *Revista Acadêmica: Ciência Agrárias e Ambientais*, v.10, n.4, p.387-394, 2012.

FASENKO, G.M.; HARDIN, R.T.; ROBINSON, F.E. Relationship of hen age and sequence position with fertility, hatchability, viability, and preincubation embryonic development in broiler breeders. *Poultry Science*, v.71, n.8, p.1374- 1383, 1992.

FERNANDES, J.I.M.; CONTINI, J.P.; SCAPINI, L.B.; GURSKI, T.J.; ESSER, A.G.; SANTOS, A.L. Influence of breeder age on biometrics organ and morphology of the mucosa of the small intestine of chicks hatching. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, n.2, p.1083-1090, 2014.

FREITAS, E. R.; BORGES, A. S.; TREVISAN, M. T. S.; CUNHA, A. L.; BRAZ, N. M.; WATANABE, P. H.; NASCIMENTO, G. A. J. Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 7, p.714-721, 2013.

GONZALES, E. Análises de problemas de fertilidade e eclodibilidade de plantéis avícolas por métodos de embriodiagnóstico. In *ZOOTEC'2005*, 2005. Campo Grande. Anais: Campo Grande, Fundação ZOOTEC, 2005.

JANG, I. S.; KO, Y.H.; KANG, S.Y.; LEE, C.Y. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v.134, n.3-4, p. 304–315, 2007.

KIRBY, J.D.; TRESSLER, C.J.; KIRBY, Y.K. Evaluation of the duration of sperm fertilization ability in five lines of commercial broiler breeder and Delaware cross males. *Poultry Science*, v.77, n.11, p.1688-1694, 1998.

KUBO, I.; NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial action of anacardic acids against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, n.26, p.7624-7628, 2003.

LEANDRO, N.S.M.; CUNHA, W.C.P.; STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C.P.; CAFÉ, M.B.; MATOS M.S. Influência do peso inicial de pintos de corte sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos e a viabilidade econômica da produção. *Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2314-2321, 2006.

LÓPEZ, C.A.A.; LIMA, K.R.S.; MANNO, M.C.; TAVARES, F.B.; FERNANDES NETO, D.L.; JESUS, M.L.C.; VIANA, M.A.O.; FONSECA, L.A.B. Effects of cashew nut shell liquid (CNSL) on the performance of broiler chickens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.4, p.1027-1035, 2012.

LUCHESE, L.; GARCEZ, E.M.; SALVADOR, M.; PASQUALOTTO, E. B.; PASQUALOTTO, F. F. A influência das espécies reativas de oxigênio na infertilidade masculina. *Reprodução e climatério*, v 22. p.7-14, 2007.

MACARI, M.; GONZALES, E. Manejo da incubação. Editora: FACTA, v.2, p.537, 2003.

MAIA, M. S.; BICUDO, S. D. Radicais livres, antioxidantes e função espermática em mamíferos: uma revisão. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.33, n.4, p.183-193, 2009.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; DAHLKE, F.; BOLELI, I.C.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, v.12, n.4, p.483-492, 2003.

MARINHO, J.C.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C, CANÇADO, S.V.; BAIÃO L.E.C.; SILVA, T.R. Efeito da classificação dos ovos sobre o rendimento de incubação e os pesos do pinto e do saco vitelino. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.4, p.979-986, 2008.

MCDANIEL, G.R. Manejando los reproductores broilers para obtener máxima fertilidad. *Avicultura Profesional*, v.20, n.6, p.16- 17, 2002.

MCDOWELL, L. R. Vitamin in animal nutrition: comparative aspect to human nutrition. Washington: Academic. p.486, 1989.

MEIJERHOF, R. Equilíbrio hídrico e térmico durante a incubação. In: Conferência FACTA APINCO, p.231-238, Santos, 2010.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 36, n.1, p. 1-11, 2002.

MURAKAMI, A. E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. Journal of Animal Science, v.27, n.7, p.981-989, 2014.

NOVAK, A. F.; CLARK, G. C.; DUPUY, H.P. Antimicrobial activity of some ricinoleic and oleic acid derivatives. Journal of the American Oil Chemists Society, v.38, n.6, p.321-324, 1961.

OVIEDO-RONDÓN, E. O.; MURAKAMI, A. E. Fatores que interferem no desenvolvimento embrionário e seus efeitos nos problemas metabólicos pós eclosão em frangos de corte. Acta Scientiarum, v. 10, p. 373-382, 1998.

PAPPAS, A.C.; ACAMOVIC, N.H.C.; SPARKS, N.H.C.; SURAI, P.F.; MCDEVITT, R.M. Effects of supplementing broiler breeder diets with organoselenium compounds and polyunsaturated fatty acids on hatchability. Poultry Science, v.85, n.9, p.1584-1593, 2006.

PEDROSO, A.A.; BATAL, A.B.; LEE, M.D. Effect of in ovo administration of an adult-derived microbiota on establishment of the intestinal microbiome in chickens. American Journal of Veterinary Research. v.77, n.5, p. 514-526, 2016.

PEEBLES, E.D.; BRAKE, J. Relationship of eggshell porosity to stage of embryonic development in broiler breeders. Poultry Science, v.64, n.12, p.2388-2391, 1985.

ROCHA, J.S.R.; BARBOSA, V.M.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; LANA, A.M.Q.; POMPEU, M.A.; VASCONCELOS, R.J.C.; MACHADO, A.L.C.; MIRANDA, D.J.A.; FERNANDES, M.N.S.; MENDES, P.M.M. Efeito do armazenamento e da cantaxantina dietética sobre a qualidade do ovo fértil e o desenvolvimento embrionário. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.65, n.3, p.792-800, 2013.

ROSA, A. P.; SCHER, A.; SORBARA, J.O.B.; BOEMO, L.S.;FORGIARINI, J.; LONDERO, A. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeders. Poultry Science, v.91, n.3, p.660-666, 2012.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Advances in physiology of reproduction in poultry. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.31, n.3, p.307-317, 2007.

SCHER, A.; ROSA, A.P.; SORBARA, J.O.B.; DUARTE, V.; BOEMO, L.; VIEIRA, T.N.N. Efeitos da adição de HyD e Carophyll Red à dieta de matrizes de corte sobre a incubação artificial. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. Anais ... Campinas, SP: Facta, 2009.

SPEAKE, B. K.; NOBLE, R. C.; MURRAY, A. M. B. The utilization of yolk lipids by the chick embryo. *World's Poultry Science Journal*, v.54, p.319-334, 1998.

SURAI, P. Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. Nottingham University Press. 2002.

SURAI, A.P.; SURAI P.F.; STEINBERG W.; WAKEMAN W.G.; SPEAKE BK, SPARKS, N.H.C. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. *British Poultry Science*, v.44, n.4, p.612-619, 2003.

TREVISAN, M.T.S.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R.; WURTLE, G.; SIEGELHALDER, B.; BARTCSH, H. OWEN, R.W. Characterization of alkyl phenols in cashew products and assay of their antioxidante capacity. *Food Chemistry Toxicology*, v.44, n.2, p.188-197, 2006.

VASCONCELOS, C.F.; LEITE, S.C.B.; GOMES, L.C.T.; GOULART, C.C.; SOUSA, A.M.; FONTENELE, G.S.P. Óleos essenciais e simbiótico na dieta de poedeiras semipesadas: desempenho produtivo e análise econômica. *Acta Veterinária Brasília*, v.10, n.3, p.194-200, 2016.

VIEIRA, C.; FETZER, S.; SAUER, S.K. Pro- and antiinflammatory actions of ricinoleic acid: Similarities and differences with capsaicin. *Naunyn Schmiedeberg's Archives Pharmacology*, v.364, n.2, p.87-95, 2001.

VISSCHEDIJK, A.H.J. The air space and embryonic respiration. The balance between oxygen and carbon dioxide in the air space of the incubating chicken egg and its role in stimulating pipping. *British Poultry Science*, v.9, n.3, p.197-270, 1968.

VYNCKE, W. Direct Determination of the Thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

WEIR, C.P. ROBAIRE, B. Spermatozoa have decreased antioxidant enzymatic capacity and increased reactive oxygen species production during aging in the brown Norway rat. *Journal of Andrology*, v.28, n.2, p.229-240, 2007.

CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DA PROGÊNIE DE MATRIZES SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS SOBRE DESEMPENHO PRODUTIVO, RENDIMENTO DE CARÇA, QUALIDADE DA CARNE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

RESUMO

A proibição do uso dos promotores de crescimento por parte de alguns países importadores tem resultado na procura por produtos naturais que possam garantir o mesmo desempenho zootécnico e sanitário das aves. O objetivo do trabalho foi avaliar a suplementação de óleos funcionais na dieta das matrizes e da progênie e seu efeito sobre o desempenho produtivo, a atividade antioxidante, o rendimento de cortes e a qualidade e estabilidade oxidativa da carne. Foram alojados 1440 pintos distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (dieta materna suplementada ou não com óleos funcionais vs dieta da progênie suplementada ou não com óleos funcionais) totalizando 4 tratamentos, 9 repetições e 36 unidades experimentais com 40 aves cada. Os tratamentos consistiram de: Tratamento A: Dieta materna controle com bacitracina metileno dissalicilato + dieta da progênie controle com enramicina, Tratamento B: Dieta materna controle com bacitracina metileno dissalicilato + dieta da progênie com óleos funcionais, Tratamento C: Dieta materna com óleos funcionais + dieta da progênie controle com enramicina e Tratamento D: Dieta materna com óleos funcionais + dieta da progênie com óleos funcionais. A análise estatística dos dados foi realizada pelo procedimento GLM do software SAS. A suplementação com óleos funcionais resultou em desempenho produtivo semelhante aos 42 dias de idade. Houve interação entre os tratamentos para os valores de DPPH ($p < 0,05$). A suplementação de óleos funcionais na dieta materna ou na dieta da progênie melhorou a atividade antioxidante. Aves provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais apresentaram maior ($p < 0,05$) peso de carcaça e peso de coxa aos 42 dias de idade. A suplementação da dieta da progênie com óleos funcionais reduziu ($p < 0,05$) o rendimento da carcaça dos frangos ao abate, independente da suplementação materna. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos tratamentos para o rendimento de cortes nobres e deposição de gordura. A qualidade e a estabilidade oxidativa da carne *in natura* e armazenada não foi alterada pela suplementação de óleos funcionais ($p > 0,05$) na dieta materna ou da progênie. A

inclusão de óleos funcionais na dieta materna pode contribuir com a proteção antioxidante da progênie e a suplementação desses aditivos na dieta dos frangos de corte proporciona desempenho zootécnico semelhante aos antibióticos promotores do crescimento.

Palavras-chave: atividade antioxidante, desempenho produtivo, óleos funcionais, promotor de crescimento

ABSTRACT

The ban of the use of antibiotic growth promoters by some importing countries has resulted in the search for natural products that can guarantee the same livestock health and performance of the birds. The objective was to evaluate the supplementation of functional oils in the diet of female breeders and offspring and their effect on performance, antioxidant activity, cuts yield and quality and oxidative stability of meat. 1440 chicks were distributed in a completely randomized design in a 2 x 2 factorial scheme (diet supplemented or not with functional oils versus offspring diet supplemented or not with functional oils) totaling 4 treatments, 9 replicates and 36 experimental units with 40 birds each. The treatments consisted of: Treatment A: Maternal diet control with bacitracin methylene disalicylate + offspring control diet with enramycin, Treatment B: Maternal diet control with bacitracin methylene disalicylate + offspring diet with functional oils, Treatment C: Maternal diet with functional oils + offspring diet control with enramycin and treatment D: Maternal diet with functional oils + offspring diet with functional oils. Statistical analysis was performed by SAS software GLM procedure. Supplementation with functional oils resulted in similar performance at 42 days of age. There was an interaction between treatments for DPPH values ($p < 0.05$). Supplementation of functional oils in the maternal diet or the offspring of the diet improved antioxidant activity. Birds from supplemented female breeders with functional oils had higher ($p < 0.05$) carcass weight and thigh weight at 42 days of age. Supplementation of the offspring diet with functional oils reduced ($p < 0.05$) the carcass weight at slaughter, regardless of breeder supplementation. There was no significant effect ($p > 0.05$) of treatments for yield of noble cuts and fat deposition. The quality and oxidative stability of fresh beef and stored was not altered by supplementation of functional oils ($p > 0.05$) in the

maternal diet or offspring diet. The inclusion of functional oils in the maternal diet can contribute to the antioxidant protection of offspring and supplementation of these additives in the diet of broilers provides similar animal performance antibiotic growth promoters.

Key-words: antioxidant activity, productive performance, functional oils, growth promoter

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de carne de frango representa 1,5% do PIB (produto interno bruto) segundo a Avisite (2016). Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador de carne de frango do mundo, com projeções para um aumento de 1,6% ao ano no período de 2013 a 2022 (OECD-FAO, 2015).

Atrelado a demanda, o consumidor exige qualidade, o que obriga o setor a buscar um equilíbrio entre custos e qualidade do produto que chega à mesa do consumidor. Assim, a produção de aves passou a utilizar ferramentas nutricionais, genéticas e infraestrutura que permitiram melhorar o ganho de peso, a conversão alimentar e a composição de carcaça. Neste contexto, a utilização de antibióticos promotores de crescimento (APC) passou a ser uma estratégia eficiente, e tem auxiliado muito na busca por elevados índices produtivos e sanitários dos plantéis avícolas.

Por outro lado, é certo que a missão de garantir a produção de alimentos capaz de atender a demanda de 9 a 12 bilhões de habitantes nas próximas décadas, dependerá da utilização máxima de recursos tecnológicos. A solução para atender essa demanda futura, é desafiadora. A crescente proibição do uso de APC nas dietas dos frangos de corte leva ao questionamento se será possível a produção de alimentos em quantidade suficiente para todos, devido a perda em produtividade que pode ocorrer com o banimento desses aditivos.

Recentemente, as propriedades funcionais dos extratos de plantas, como substitutos aos promotores de crescimento têm sido investigadas (HERNÁNDEZ et al., 2004; JANG et al., 2007; NAJAFI e TORKI, 2010; BESS et al., 2012; ZHANG et al., 2013; MURAKAMI et al., 2014; KOIYAMA et al. 2014).

Os efeitos dos aditivos fitogênicos estão associados aos componentes químicos secundários presentes em todas as partes das plantas ou em áreas específicas (KAMEL, 2000), que podem exercer atividade antimicrobiana, antioxidante e anti-inflamatória, além de valor energético, como no caso de alguns óleos.

Alguns estudos demonstram que os extratos de plantas melhoram o desempenho das aves, relacionando esse fato com a alta atividade biológica dos extratos, já que podem desnaturar proteínas de microrganismos (ANDRADE et al., 2011), promovendo a colonização do trato intestinal somente com microbiota benéfica. Além disso, podem atuar modulando as bactérias da flora normal, evitando a competição por nutrientes entre a ave e a microbiota (OVIEDO-RONDÓN, 2009).

A atividade antioxidante dos aditivos fitogênicos é ainda pouco estudada tanto na criação de matrizes quanto de frangos de corte. A criação em ambiente confinado, a exigência por máximos níveis produtivos das matrizes constituem-se em potenciais estressores, prejudicando o equilíbrio existente entre a formação dos radicais livres, e a produção de antioxidantes nas aves, provocando um fenômeno celular conhecido por estresse oxidativo.

Durante a incubação dos ovos, os embriões necessitam de antioxidantes para protegê-los da lesão tecidual causada pelos radicais livres e pela peroxidação lipídica. Antioxidantes oriundos da dieta das matrizes podem ser adicionados à gema do ovo durante a maturação do ovócito no ovário e estarem disponíveis para os processos de crescimento e desenvolvimento embrionário, além da proteção antioxidante pós-eclosão (SURAI et al., 2016).

Além disso, os extratos vegetais podem atuar quelatando os metais e reduzindo o efeito de transição da catalização do metal na peroxidação lipídica (KUBO et al., 2006) ou reforçando a barreira celular, diminuindo conseqüentemente a incidência das espécies reativas no meio intracelular, evitando lesões pela oxidação dos tecidos (ROSS et al., 1991).

A oxidação lipídica é uma das principais causas de perdas de qualidade de produtos cárneos. A carne de frango, devido a sua composição rica em ácidos graxos, torna-se mais susceptível a sofrer processos oxidativos quando comparados a carnes suína e bovina. Os principais substratos envolvidos na oxidação são os ácidos graxos poliinsaturados que compõe os fosfolipídios das membranas

celulares. Assim, a suplementação dietética da matriz ou mesmo da progênie visa minimizar os processos de oxidação da carne de frango que tem como principal consequência a modificação do *flavor* original, o aparecimento de odores e de alteração do sabor da carne, além de diminuir o *shelf life* da carne de frango (DELLES, et al., 2014).

É importante considerar, que no momento da compra, o consumidor forma expectativas quanto à qualidade de um produto baseando-se em sua percepção dos indicativos de qualidade que ele conhece. Segundo Feijó (1999), conceitos de valor nutritivo, sanidade e características organolépticas são avaliados pela qualidade visual, qualidade gustativa e qualidade nutricional, além da segurança em relação aos aspectos higiênico-sanitários e ausência de resíduos nocivos à saúde (CORCORAN et al., 2000).

Considerando que melhorias na nutrição da matriz têm um grande efeito multiplicador e conseqüente impacto na lucratividade da cadeia avícola, o objetivo deste trabalho foi avaliar a suplementação de óleos funcionais na dieta das matrizes e o efeito sobre o desempenho produtivo, o rendimento de cortes, a qualidade e a estabilidade oxidativa da carne dos frangos de corte suplementados ou não com óleos funcionais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no aviário experimental da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina onde todos os procedimentos com uso de animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFPR - Setor Palotina sob o protocolo nº 32/2015.

Foram utilizadas 16400 fêmeas e 1722 machos da linhagem Ross AP 95 divididos em dois aviários semelhantes, com 8200 fêmeas e 861 machos cada pertencentes a um núcleo de produção de matrizes de corte de uma agroindústria. Os dois tratamentos, dieta materna controle e dieta materna com adição de óleos funcionais, foram fornecidos, respectivamente às aves alojadas em cada um dos aviários.

As dietas para as fêmeas, a base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com as orientações do manual da linhagem e com a fase de

vida das aves. O programa de ração foi dividido em duas fases: ração postura 1 (24 às 42 semanas) e ração postura 2 (43 até o final do experimento).

A dieta controle foi suplementada com Bacitracina Metileno Dissalicilato na dose de 500g/ton (BMPAC[®] - MCASSAB: Av. das Nações Unidas, 20882 – São Paulo/ SP – Brasil). A inclusão dos óleos funcionais (Essential[®], US Patente N°. 8,377,485 B2: Oligo Basics Agroind. Ltda., Rua Sérgio Gasparetto 503, Cascavel, PR- Brasil) foi de 1,5kg por tonelada de ração, seguindo a recomendação do fabricante. A composição do produto é basicamente óleo de rícino + líquido da casca da castanha de caju (LCC).

Em ambos os aviários as aves foram alojadas com 22 semanas de idade, todas provenientes da categoria “média” da recria do mesmo matrizeiro.

O manejo das matrizes, controle de fornecimento de água, da ração e todos os procedimentos de coleta de ovos foi realizada de acordo com os procedimentos padrões da empresa e foram similares para os dois aviários.

Nas 42ª semanas de idade, foram coletados e então selecionados 10080 ovos (5040 ovos/tratamento), os quais foram devidamente identificados e levados a um incubatório comercial da mesma agroindústria.

Todos os ovos foram incubados por 18 dias em incubadoras de estágio único e identificados de acordo com o tratamento da matriz. No 21º dia, após a eclosão, foram selecionados 1440 pintos de corte machos, sendo 720 provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais e 720 provenientes de matrizes suplementadas com ração controle.

Após a seleção, os 1440 pintos foram alojados no aviário experimental da UFPR – Setor Palotina e divididos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (dieta materna suplementada ou não com óleos funcionais vs dieta da progênie suplementada ou não com óleos funcionais) totalizando 4 tratamentos, 9 repetições e 36 unidades experimentais com 40 aves cada. Os tratamentos consistiram de:

- Tratamento A: Dieta materna controle + dieta da progênie controle
- Tratamento B: Dieta materna controle + dieta da progênie com óleos funcionais
- Tratamento C: Dieta materna com óleos funcionais + dieta da progênie controle

- Tratamento D: Dieta materna com óleos funcionais + dieta da progênie com óleos funcionais

As dietas utilizadas na progênie, à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as recomendações nutricionais adotadas pelas integrações avícolas da região (Tabela 1). A dieta controle da progênie foi suplementada com melhorador de desempenho a base de enramicina, na dose de 125 gr/ton de ração (Enramax[®] - Farmabase Saúde Animal-LTDA. Av. Emílio Marconato, 1000, Jaguariúna - SP). A inclusão dos óleos funcionais (Essential[®], US Patente N°. 8,377,485 B2: Oligo Basics Agroind. Ltda., Rua Sérgio Gasparetto 503, Cascavel, PR- Brasil) foi de 1,5 kg/ton de ração, seguindo a recomendação do fabricante. O programa de alimentação foi dividido em 3 fases: inicial (1 a 18 dias), crescimento (19 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias) e as rações foram fornecidas a vontade e na forma farelada.

TABELA 1: INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS DA FASE INICIAL, CRESCIMENTO E ABATE PARA A DIETA DA PROGÊNIE.

Ingredientes, %	Contínua		
	Inicial	Crescimento	Abate
Milho	58,58	63,2	66,31
Óleo de soja	1,30	1,20	1,80
Farelo de soja	36,10	32,00	28,60
Fosfato bicálcico	1,16	1,08	0,94
Sal	0,35	0,42	0,40
DL-Metionina	0,29	0,24	0,22
Bicarbonato de Sódio	0,20	-	-
L-Treonina	0,09	0,09	0,06
Caulin ¹	0,15	0,15	0,15
Calcário calcítico	1,00	0,84	0,82
Premix vitamínico e mineral ²	0,30	0,30	0,30
Sulfato de Lisina	0,37	0,36	0,32
Cloreto de colina	0,06	0,07	0,08
Anticoccidiano	0,05	0,05	-
Composição nutricional			
EM Kcal/kg	2980	3050	3125
PB, %	21,93	20,36	18,96
GB, %	3,73	3,72	4,36
FB, %	3,22	3,06	2,91
Cinzas, %	6,12	5,44	5,06

TABELA 1: INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS DA FASE INICIAL, CRESCIMENTO E ABATE PARA A DIETA DA PROGÊNIE.

Ingredientes, %	Conclusão		
	Inicial	Crescimento	Abate
Calcio, %	0,94	0,85	0,79
P disp, %	0,450	0,430	0,399
Lisina dig, %	1,250	1,149	1,044
AAS dig, %	0,880	0,801	0,750
Treonina dig., %	0,810	0,750	0,679
Triptofano dig., %	0,236	0,216	0,198
Leucina dig., %	1,668	1,577	1,495
Isoleucina dig., %	0,863	0,793	0,733
Valina dig., %	0,923	0,856	0,797
Arginina dig., %	1,329	1,217	1,122
Colina, mg/kg	1598,21	1594,54	1549,48
Na, %	0,221	0,194	0,184
Cl, %	0,268	0,312	0,301
K, %	0,917	0,847	0,786

FONTE: O autor (2016).

¹Substituído integralmente pelo Essencial® (1,5kg/ton) ou parcialmente pelo Enramax® (125g/ton)

²Mistura vitamínica (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 4.000UI; Vit. D3 1.167UI; Vit.E 10.000UI; Vit. K3 1.000mg; Vit. B1 1.000mg; Vit. B2 2.666,67mg ; Vit. B6 1.667mg ; Vit. B12 6.666,67mcg; Niacina 13.333,33mg; Ácido Pantotênico 6.000mg; Ácido Fólico 833,33mg; Biotina 80.000mcg; Antioxidante 22.200mg. Mistura mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 23.333,33ppm; Cobre 2.666,67ppm; Iodo 333,3ppm; Zinco 33.333,33ppm; Manganês 40.000ppm; Selênio 80ppm ; Fitase 16.667g/kg ; Complexo enzimático (xilanase, amilase e protease) 33,333g/kg.

As aves foram alojadas em galpão climatizado (exaustores, placas evaporativas e aquecimento através de campânulas elétricas), dividido em 36 boxes de 3,52m², cobertos com maravalha reutilizada (9º lote) sobre o piso. A temperatura de conforto térmico foi mantida de acordo com a idade. As aves receberam 24 horas de luz até os 21 dias, em função do sistema de aquecimento (lâmpada halógena de 300W), após esse período 16 horas de luz e 8 de escuro.

Desempenho produtivo

Para cálculo do desempenho produtivo as aves foram pesadas aos 7, 14, 21 e 42 dias, assim como a sobra de ração fornecida, para a avaliação do peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. A conversão alimentar foi corrigida pela mortalidade semanal das aves conforme metodologia escrita por Sakomura e Rostagno (2007).

Avaliação da atividade antioxidante

Aos 28 e 42 dias de idade foi coletado sangue de 3 aves por repetição (27 aves/tratamento). Após a coleta, o sangue foi centrifugado por 15 minutos à 3500 rpm para a extração do soro e em seguida armazenado em microtubos em freezer – 80° C. Foram realizadas as análises de determinação da capacidade antioxidante total no soro pelo método DPPH descrito por Chrzczanowicz et al. (2008). As mesmas amostras foram utilizadas para a quantificação das substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) segundo a metodologia de Ohkawa et al. (1979). O Malondialdeído (MDA) é o produto final da peroxidação lipídica e reage com o Ácido Tiobarbitúrico (TBA) para formar o aduto MDA-TBA sendo os resultados expressos em nmol/mg de proteína.

Rendimento de carcaça e cortes nobres e deposição de gordura abdominal

Para cálculo do rendimento carcaça e cortes nobres e deposição de gordura abdominal, aos 42 dias, foram abatidas 27 aves por tratamento, totalizando 108 aves. Previamente, as aves foram identificadas e submetidas ao jejum alimentar por seis horas e abatidas por atordoamento com eletricidade e posterior sangria de acordo com a Instrução Normativa nº 3 de janeiro de 2000 (Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue).

Após o abate, com o auxílio de uma balança eletrônica foi determinado o peso absoluto da ave, da carcaça, dos cortes e da gordura abdominal.

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada quente, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo que foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento dos cortes, foi considerado o rendimento do peito inteiro com pele e ossos, das pernas (coxa e sobrecoxa com ossos e pele), e asas com pele, que foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada. A gordura abdominal presente ao redor da cloaca, da bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes foi retirada, pesada e também calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Avaliação da qualidade e propriedades funcionais da carne

Para as análises de qualidade e propriedades funcionais da carne foram utilizados 27 peitos/tratamento. Os peitos foram posicionados em decúbito e o pH foi mensurado na porção cranial do músculo *Pectoralis major* direito, uma hora após o abate, obtendo-se o valor de pH da carcaça quente.

Para avaliação da perda de água por gotejamento foi seguida a metodologia de Boccard et al., (1981). O músculo *Pectoralis minor* direito (sossami) foi pesado, suspenso em ganchos de aço galvanizado, dentro de sacos de polietileno, mantidos sob refrigeração por 48 horas e posteriormente pesados para a obtenção do percentual de perda de água por gotejamento.

A perda de água por pressão foi realizada utilizando uma amostra, de cerca de dois gramas, com espessura semelhante (0,5cm) da porção cranial do músculo *Pectoralis major* esquerdo (filé do peito). As amostras foram posicionadas entre dois papéis filtro e pressionadas por duas placas de acrílico com um peso de 10 kg por cinco minutos. Após a prensagem as amostras foram novamente pesadas para obtenção do percentual de perda de água por pressão (BRIDI e SILVA, 2009).

A porção caudal do músculo *Pectoralis major* esquerdo foi utilizada para a realização do teste de perda de água por congelamento. As amostras foram pesadas, congeladas por 24 horas, descongeladas e pesadas (BRIDI e SILVA, 2009).

Para a análise de perda de água por cocção, as porções medianas do *Pectoralis major* esquerdo foram submetidas a cocção dentro de sacos de polietileno através de banho-maria por 60 minutos a 180°C. Após a cocção as amostras foram refrigeradas por 24 horas para posterior pesagem e obtenção do percentual de perda de água por cocção. Ambas as técnicas foram conduzidas de acordo com a metodologia modificada de Silva Sobrinho (1999).

Para análise de cor, o peito foi refrigerado por 24 horas e o músculo *Pectoralis major* direito foi rebatido e permaneceu exposto por 30 minutos para que houvesse reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico. Após essa etapa, foram realizadas três leituras por amostra por meio do aparelho colorímetro portátil (Konica Minolta, Color reader CR10, Mahwah, EUA) na superfície ventral do músculo *Pectoralis major* direito. Os valores de luminosidade (L*) e índices de vermelho (a*) e de amarelo (b*) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

Estabilidade oxidativa da carne de frango

Para a análise do efeito dos óleos funcionais sobre a estabilidade oxidativa da carne de frango, foram retirados partes de peitos e coxas para análise das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) resultantes da oxidação lipídica das amostras. As análises foram realizadas 24 horas após o abate com a carne resfriada e 10 dias após o congelamento. As amostras coletadas foram armazenadas em tubo Falcon e acondicionadas em freezer; conforme adaptação da metodologia de Vyncke (1970). Após o descongelamento da amostra, foram retiradas sub-amostras de 10 g, as quais foram homogeneizadas com 50 ml de solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5%. O sobrenadante foi filtrado e alíquotas de 4ml foram tratadas com 5 ml de solução de Ácido Tiobarbitúrico (TBA) e colocadas em banho fervente, esfriadas e medidas em espectrofotômetro a 538 nm. O resultado foi expresso em miligramas de Malonaldeído (MDA) por kilograma de amostra.

Análise estatística

Para a análise estatística, os dados foram verificados quanto à presença de valores discrepantes (“*outliers*”) e testaram-se as pressuposições de normalidade dos erros studentizados (teste de Cramer Von Mises) e de homogeneidade de variância (teste de Brown-Forsythe). Depois de constatada a não violação dessas pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento GLM do programa SAS (SAS Institute, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do desempenho produtivo das aves aos 7 dias de idade estão descritos na Tabela 2. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos tratamentos para peso médio e ganho de peso. Porém, houve efeito significativo ($p < 0,05$) para conversão alimentar. A suplementação da dieta materna com óleos funcionais resultou em pior conversão alimentar da progênie em comparação com a progênie proveniente de matrizes alimentadas com a dieta controle.

TABELA 2: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 7 DIAS DE IDADE.

	Peso vivo, g	Ganho de, peso, g	Consumo de ração, g	Conversão alimentar
Dieta materna				
Controle	179,40	130,86	160,37	1,218 ^b
Óleos funcionais	175,04	128,33	162,47	1,257 ^a
Dieta Progênie				
Controle	176,54	128,65	161,78	1,245
Óleos funcionais	177,90	130,54	161,06	1,228
CV, %	3,64	5,16	4,33	3,48
Dieta Materna (DM)	0,055	0,273	0,382	0,022
Dieta Progênie (DP)	0,537	0,411	0,761	0,277
DM X DP	0,701	0,967	0,019	0,099

FONTE: O autor (2016).

Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($P < 0,05$)

O desenvolvimento embrionário é dependente dos nutrientes depositados no ovo. Conseqüentemente o estado fisiológico da progênie na eclosão é influenciada pela nutrição e sanidade da matriz, impactando no tamanho do pintainho, vigor e estado imunológico (CALINI e SIRRI, 2007). Neste sentido, uma hipótese a ser considerada em relação a pior conversão alimentar dos pintos na primeira semana oriundos de matrizes suplementadas com óleos funcionais é a atuação desses aditivos sobre a microbiota materna e em consequência sobre a microbiota da progênie. O uso de aditivos fitogênicos e o efeito sobre a modulação e diversidade da microbiota ainda é pouco conhecido. A composição da microbiota bacteriana é afetada pelas bactérias presentes no intestino e pelos microrganismos naturais do ambiente (YIN et al., 2010) de criação das aves e a redução da diversidade da microbiota intestinal pode ser um fator limitante para a digestão e permite que o intestino seja colonizado por patógenos entéricos maléficos (PEDROSO et al., 2005).

Para o consumo de ração na primeira semana observou-se interação entre os fatores (Tabela 2). Ao desdobrar a interação foi possível observar que a progênie proveniente de matrizes que receberam óleos funcionais e que receberam dietas suplementadas com APC consumiram mais ração, quando comparada com a progênie suplementada com óleos funcionais (Tabela 3).

TABELA 3: DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DO CONSUMO DE RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 7 DIAS DE IDADE.

Dieta materna	Dieta progênie		Valor de p
	Controle	Óleos funcionais	
Controle	157,81	162,94	0,174
Óleos funcionais	165,76 ^A	159,18 ^B	0,045
Valor de p	0,064	0,175	

FONTE: O autor (2016).

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha ($P < 0,05$)

Segundo Bess et al. (2012), a utilização da associação entre o óleo de rícino e o LCC pode fornecer até 100 Kcal de Energia Metabolizável na dieta de frangos de corte. Levando em consideração que o consumo de ração pode ser regulado pela densidade energética da dieta, o menor consumo de ração na aves que receberam os óleos funcionais pode ser atribuído ao maior nível de energia dessa dieta.

Os resultados do desempenho produtivo de 1 a 14 dias de idade, de 1 a 21 dias de idade e de 1 a 42 dias de idade estão descritos nas Tabelas 4, 5 e 6, respectivamente. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para as variáveis analisadas nos três períodos. O resultado demonstra que a substituição de melhoradores do crescimento por óleos funcionais tanto na dieta das matrizes, quanto da progênie pode resultar em desempenho produtivo semelhante.

TABELA 4: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 14 DIAS DE IDADE.

	Peso vivo, g	Ganho de peso, g	Consumo de ração, g	Conversão alimentar
Dieta materna				
Controle	472,70	424,16	580,11	1,368
Óleos funcionais	467,01	419,23	583,31	1,391
Dieta progênie				
Controle	467,50	419,44	583,55	1,391
Óleos funcionais	472,20	423,96	579,87	1,368
CV%	3,22	3,83	5,21	4,72
Dieta Materna (DM)	0,267	0,367	0,753	0,308
Dieta Progênie (DP)	0,359	0,408	0,718	0,301
DM X DP	0,717	0,714	0,847	0,985

FONTE: O autor (2016).

TABELA 5: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE.

	Peso vivo, g	Ganho de, peso, g	Consumo de ração, g	Conversão alimentar
<i>Dieta materna</i>				
Controle	981,58	931,79	1278,18	1,371
Óleos funcionais	985,16	934,29	1289,12	1,379
<i>Dieta progênie</i>				
Controle	988,15	939,22	1291,64	1,375
Óleos funcionais	978,58	926,86	1275,66	1,376
CV%	2,80	3,27	4,53	3,10
Dieta Materna (DM)	0,699	0,807	0,577	0,593
Dieta Progênie (DP)	0,305	0,233	0,417	0,919
DM X DP	0,995	0,711	0,860	0,526

FONTE: O autor (2016).

TABELA 6: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 42 DIAS DE IDADE.

	Peso vivo, g	Ganho de, peso, g	Consumo de ração, g	Conversão alimentar
<i>Dieta materna</i>				
Controle	2855,54	2798,43	4351,99	1,554
Óleos funcionais	2941,67	2880,80	4542,33	1,576
<i>Dieta progênie</i>				
Controle	2897,69	2842,41	4471,30	1,572
Óleos funcionais	2899,52	2836,81	4423,01	1,558
CV%	5,13	5,13	6,53	2,84
Dieta Materna (DM)	0,092	0,099	0,058	0,150
Dieta Progênie (DP)	0,970	0,908	0,621	0,368
DM X DP	0,977	0,954	0,961	0,876

FONTE: O autor (2016).

Resultados semelhantes foram encontrados por Jang et al. (2007) que adicionaram óleo essencial a base de timol, extraído do tomilho em rações de frangos de corte e não encontraram diferença de resultados comparando com o grupo controle com adição do antibiótico Colistina. Da mesma forma, outros trabalhos também demonstraram a viabilidade da suplementação das dietas com aditivos fitogênicos (JAMROZ et al. 2006; GABRIEL et al. 2009; MURAKAMI et al. 2014; BESS et al., 2012).

Esses resultados podem ser atribuídos aos diversos mecanismos de atuação dos aditivos fitogênicos como o controle da microbiota patogênica, através da desnaturação das proteínas da membrana (ANDRADE et al., 2011), a melhora da condição da mucosa intestinal (MAIORKA et al., 2003), além de proporcionar o melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, através da modulação da microbiota da flora normal (OVIEDO-RONDÓN, 2009). Além disso, Jang et al. (2004) verificaram que os óleos essenciais utilizados como aditivos alimentares para

frangos de corte podem proporcionar aumento nas atividades da amilase e tripsina, melhorando a disponibilidade dos nutrientes da dieta, principalmente em dietas compostas por ingredientes com baixa disponibilidade.

Os valores médios de malonaldeído (TBARS - nmol/mg de proteína) e do DPPH do soro das aves estão descritos na Tabela 7. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos tratamentos sobre os valores de malonaldeído sérico em nenhuma idade avaliada. Entretanto, para os valores de DPPH analisados aos 42 dias de idade, houve interação significativa ($p < 0,05$) entre a dieta materna e a dieta da progênie (Tabela 8).

TABELA 7: AVALIAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DE TBARS (MDA NMOL/MG DE PROTEÍNA) E VALORES MÉDIOS DE DPPH EM SORO DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO DIETAS SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 28 E AOS 42 DIAS DE IDADE.

	TBARS (nmol/mg)	DPPH (%)	TBARS (nmol/mg)	DPPH (%)
	28 dias de idade		42 dias de idade	
Dieta materna				
Controle	0,143	0,726	0,072	0,291
Óleos funcionais	0,145	0,758	0,042	0,415
Dieta progênie				
Controle	0,139	0,821	0,063	0,372
Óleos funcionais	0,149	0,675	0,051	0,334
CV%	80,51	84,90	83,79	57,68
Dieta Materna (DM)	0,974	0,851	0,073	0,077
Dieta Progênie (DP)	0,800	0,505	0,448	0,577
DM X DP	0,772	0,817	0,343	0,031

FONTE: O autor (2016).

TABELA 8: DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DIETA MATERNA VS DIETA DA PROGÊNIE SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE DPPH (%) NO SORO DOS FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.

Dieta materna	Dieta progênie		Valor p
	Controle	Óleos Funcionais	
Controle	0,234 ^{Bb}	0,348 ^A	0,033
Óleos funcionais	0,511 ^a	0,320	0,151
Valor p	0,038	0,629	

FONTE: O autor (2016).

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha e letras minúsculas na coluna ($P < 0,05$).

Ao desdobrar a interação foi possível observar que frangos de corte que receberam óleos funcionais nas dietas e que são provenientes de matrizes suplementadas com ração controle apresentaram um maior percentual de DPPH quando comparado com as aves que receberam dieta controle.

Da mesma forma, frangos que receberam a dieta controle e que são provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais, apresentaram maior

percentual de DPPH, quando comparados as aves provenientes de matrizes que receberam dieta controle.

Esse último efeito pode ser explicado pela transferência da capacidade antioxidante da matriz para a progênie durante a fase embrionária.

Segundo Visschedijk (1968) a mudança da respiração corioalantóica para respiração pulmonar aumenta em 60% a aceleração do metabolismo oxidativo. Nesta mesma fase o desenvolvimento do embrião está associado ao consumo de ácidos graxos poliinsaturados (SPEAKE et al., 1998) e pode ocorrer portanto uma excessiva produção de radicais livres que pode resultar na peroxidação lipídica.

Traesel et al. (2011) observaram que a adição de óleos essenciais, substituindo os promotores de crescimento levou à redução da peroxidação plasmática de lipídios e, conseqüentemente, a menor dano oxidativo em frangos de corte. Esses resultados demonstram que os aditivos fitogênicos podem substituir os aditivos melhoradores do crescimento e ainda contribuir positivamente com a manutenção da estabilidade oxidativa.

Da mesma forma, outros estudos demonstram o efeito positivo dos extratos naturais como antioxidantes, através dos efeitos avaliados no soro sanguíneo (LEE et al., 2003; ZHANG et al., 2013), o que demonstra haver menor dano nos tecidos, visto que os radicais livres, que levam a peroxidação, reagem com a maioria das biomoléculas, iniciando uma reação em cadeia. Essas reações provocam alterações na função celular e tecidual, além de gerar compostos secundários que podem prejudicar a saúde animal. Na maioria das vezes o alvo dos radicais livres está relacionado ao seu local de formação (YU et al., 1997), e suas conseqüências variam dependendo da intensidade do estresse imposto (GUTTERIDGE, 1998).

Corroborando com essa afirmação, Placha et al. (2014) observaram diminuição na concentração de malonaldeído no duodeno de frangos de corte que receberam óleos essenciais provenientes do tomilho. Os autores associaram esse resultado à melhor integridade intestinal dos frangos de corte.

Os resultados referentes ao peso da carcaça, cortes comerciais e deposição de gordura abdominal considerando os pesos absolutos, estão descritos na Tabela 9. Foi observado resultado significativo ($p < 0,05$) para o peso de carcaça e peso de coxa/sobrecoxa de frangos de corte oriundos de matrizes suplementas com óleos

funcionais, em comparação àquelas oriundas de matrizes que receberam dieta controle.

Não foi encontrado resultado significativo ($p > 0,05$) para peso de peito, peso de asa e deposição de gordura abdominal.

TABELA 9: PESOS ABSOLUTOS DA CARÇA, CORTES NOBRES E DA GORDURA ABDOMINAL DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.

	Peso de Carça, g	Peso de Peito, g	Peso de Coxa/sobrecoxa, g	Peso das Asas, g	Peso da Gordura abdominal, g
Dieta materna					
Controle	2123,96 ^b	813,07	665,37 ^b	215,70	36,01
Óleos funcionais	2186,74 ^a	830,33	693,16 ^a	219,47	39,79
Dieta progênie					
Controle	2161,48	821,31	683,81	218,62	37,96
Óleos funcionais	2149,22	822,09	674,72	216,55	37,84
CV%	5,70	7,48	6,69	5,69	31,69
Dieta Materna (DM)	0,009	0,147	0,002	0,120	0,105
Dieta Progênie (DP)	0,605	0,947	0,301	0,393	0,958
DM X DP	0,879	0,691	0,984	0,063	0,312

FONTE: O autor (2016).

Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$)

Os resultados para o rendimento relativo da carça, cortes comerciais e deposição de gordura abdominal estão descritos na Tabela 10. Para rendimento de carça, observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) apenas para a dieta da progênie. A suplementação da dieta da progênie com óleos funcionais reduziu ($p < 0,05$) o rendimento da carça dos frangos ao abate, independente da suplementação materna. Para as demais características avaliadas não foi encontrado resultado significativo ($p > 0,05$).

Para o rendimento de asa, observou-se interação significativa ($p < 0,05$) entre a dieta materna e a dieta da progênie (Tabela 11). Frangos de corte alimentados com ração controle e provenientes de matrizes que também receberam dieta controle, resultaram em maior rendimento de asa.

TABELA 10: RENDIMENTO DE CARÇAÇA, RENDIMENTO DE PEITO, RENDIMENTO DE COXA E RENDIMENTO DE ASAS DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.

	Rendimento de Carçaça, %	Rendimento de Peito, %	Rendimento de Coxa/sobrecoxa, %	Rendimento de Asas, %	Rendimento de Gordura, %
Dieta materna					
Controle	75,60	38,26	31,45	10,16	1,70
Óleos funcionais	75,89	37,97	31,62	10,05	1,82
Dieta progênie					
Controle	75,99 ^a	37,99	31,56	10,13	1,74
Óleos funcionais	75,50 ^b	38,23	31,51	10,08	1,78
CV%	1,65	4,40	3,44	4,56	31,81
Dieta Materna (DM)	0,231	0,381	0,407	0,249	0,256
Dieta Progênie (DP)	0,046	0,461	0,819	0,524	0,731
DM X DP	0,465	0,649	0,644	0,045	0,424

FONTE: O autor (2016).

TABELA 11: DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DO RENDIMENTO DE ASAS DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.

Dieta materna	Dieta progênie		Valor p
	Controle	Óleos funcionais	
Controle	10,28 ^a	10,04	0,067
Óleos funcionais	9,99 ^b	10,12	0,328
Valor p	0,018	0,570	

FONTE: O autor (2016).

Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$).

Considerando que o objetivo da utilização dos óleos funcionais é substituir os antibióticos promotores do crescimento, é esperado que o desempenho produtivo e o rendimento de carne na carçaça sejam compatíveis (FRANCO et al., 2007).

Porém, os dados da literatura ainda não são consistentes com a relação ao rendimento de carçaça e de cortes comerciais de aves que receberam óleos funcionais ou essenciais. Isso pode estar relacionado a metodologia de pesquisa, uma vez que a maioria dos experimentos conduzidos nessa linha, avaliam essas variáveis em condições experimentais e dessa forma, o número de animais abatidos pode ser insuficiente para comprovação desses efeitos.

Koiyama et al. (2014) avaliaram a adição de uma mistura de óleos funcionais extraídos de diversas plantas em comparação com o tratamento controle com a adição de virginamicina e não encontraram diferença entre os tratamentos para rendimento de carçaça e rendimento de peito.

Rizzo et al. (2010) também não observaram diferença significativa para rendimento de carçaça, peito, asa, dorso e gordura abdominal em aves suplementadas com uma mistura de extratos vegetais como alternativa ao uso de antibióticos.

Fascina et al. (2012) relataram maior rendimento de carcaça quando a dieta dos frangos de corte foi suplementada com um *blend* de aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos. Da mesma forma, Zhang et al. (2013) observaram aumento no rendimento de carcaça de frangos quando suplementados com Astrágalo (*Astragalus membranaceus*), uma planta medicinal da família das leguminosas.

As avaliações de perda de água por gotejamento, pressão, congelamento e cocção estão descritos na Tabela 12. A perda de água não foi influenciada ($p>0,05$) pela dieta materna ou da progênie.

TABELA 12: AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.

	Perda por gotejamento, %	Perda por pressão, %	Perda por congelamento, %	Perda por cocção, %
Dieta materna				
Controle	1,93	7,89	4,13	31,30
Óleos funcionais	1,81	7,73	4,39	31,17
Dieta progênie				
Controle	1,88	7,92	4,19	31,20
Óleos funcionais	1,85	7,71	4,34	31,26
CV%	30,28	33,24	35,72	10,55
Dieta Materna (DM)	0,280	0,767	0,398	0,838
Dieta Progênie (DP)	0,806	0,686	0,645	0,931
DM X DP	0,618	0,705	0,519	0,913

FONTE: O autor (2016).

Esses fatores são importantes, pois influenciam tanto a escolha inicial do produto pelo consumidor, como a aprovação no momento do consumo (FLETCHER, 2002). Além disso, tem um impacto econômico muito grande na indústria de processados e no rendimento da carne pós-congelamento. Assim, a habilidade de reter água é uma propriedade da carne essencialmente importante, principalmente sob o aspecto econômico e sensorial.

Os valores da avaliação de cor e pH após o abate estão descritos na Tabela 13. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos para o valor L* (luminosidade), a* (índice de vermelho) e b* (índice de amarelo), nos peitos das aves 24 horas após o abate. Para pH pós abate, também não foi encontrado efeito significativo ($p>0,05$).

TABELA 13: ANÁLISE DE COR E PH PÓS ABATE EM PEITO DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO DIETAS SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.

	L*	a*	b*	pH pós abate
Dieta materna				
Controle	46,157	-1,696	2,604	6.39
Óleos funcionais	46,281	-1,782	2,666	6.38
Dieta progênie				
Controle	46,217	-1,751	2,616	6.37
Óleos funcionais	46,221	1,727	2,654	6.40
CV%	5,11	24,99	40,68	3.22
Dieta Materna (DM)				
Dieta Progênie (DP)	0,785	0,310	0,764	0.903
DM X DP	0,992	0,779	0,853	0.480
	0,500	0,330	0,188	0.377

FONTE: O autor (2016).

A cor está relacionada ao aspecto visual e tem forte influência na hora da venda do produto (QIAO et al., 2002). Ela está diretamente relacionada com o pigmento de mioglobina e hemoglobina presente no sangue que possuem em sua composição ferro, que pode reagir com o oxigênio, alterando a coloração da carne. Carnes escuras podem ser classificadas em DFD (*Dark, Firm, Dry*) e se apresentam como uma carne firme e seca (SHIMOKOMAKI, 2004). Carnes claras podem ser classificadas como PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e devido a desnaturação das proteínas, a carne fica amaciada, sem aderência e descolorida (TAKAHASHI, 2004).

Ambos os tipos de carne apresentam rejeição do consumidor e oferecem prejuízos significativos para a indústria. Portanto, o objetivo é garantir que os fatores que levam ao aparecimento das carnes DFD e PSE sejam inibidos ou amenizados ainda no animal vivo.

A utilização de óleos funcionais não alterou nenhum parâmetro de qualidade da carne avaliado, da mesma forma que o promotor de crescimento, que é utilizado comumente.

Os resultados dos valores médios de malonaldeído em peito e coxa, resfriados ou congelados estão descritos na Tabela 14. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

TABELA 14: AVALIAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DE MALONALDEÍDO EM PEITO E COXA, FRESCA E CONGELADA, DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO DIETA CONTROLE E SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS FUNCIONAIS AOS 42 DIAS DE IDADE.

	Peito resfriado (mg/kg)	Peito congelado (mg/kg)	Coxa resfriada (mg/kg)	Coxa congelada (mg/kg)
Dieta materna				
Controle	0,019	0,023	0,008	0,087
Óleos funcionais	0,020	0,024	0,009	0,075
Dieta progênie				
Controle	0,019	0,025	0,008	0,080
Óleos funcionais	0,021	0,023	0,009	0,082
CV%	46,90	21,00	45,24	46,47
Dieta Materna (DM)	0,717	0,422	0,305	0,210
Dieta Progênie (DP)	0,392	0,100	0,465	0,830
DM X DP	0,366	0,835	0,888	0,684

FONTE: O autor (2016).

Os antioxidantes podem ser naturais ou até mesmo sintéticos e o objetivo é garantir a qualidade da carne e evitar alterações devido a ação de radicais livres, prolongando a vida de prateleira da carnes e dos produtos cárneos (MARIUTTI et al., 2009). Sua ação geralmente está relacionada aos mecanismos que protegem os lipídios de serem alvos da oxidação ou até mesmo interrompendo a fase de propagação. Além disso, atuam inativando os radicais livres de lipídios, diminuindo a produção de espécies reativas e, conseqüentemente, interrompendo a fase de propagação da auto-oxidação lipídica (MARIUTTI et al., 2009; GARCIA CRUSET et al., 2002).

Florou-Paneri et al. (2005) observaram que a adição de óleos essenciais de orégano em rações de perus, foi capaz de aumentar a estabilidade lipídica da carne fresca do peito e das pernas, corroborando com a afirmação de Lewis, (1984), que cita que a atividade antioxidante dos fitogênicos reduz a deterioração da carne, diminuindo o grau de oxidação da gordura.

Neste estudo, embora, os aditivos fitogênicos utilizados sejam reconhecidos por sua ação antioxidante, sua inclusão na dieta não proporcionou nenhum benefício na proteção oxidativa da carne resfriada ou armazenada. Isso pode ser decorrente das boas condições de temperatura e sanidade de criação das aves a níveis experimentais, que não induziram as aves ao estresse oxidativo.

Para a carne congelada, é possível que a baixa temperatura de armazenamento da carne e o fato de terem sido armazenadas *in natura* possa ter influenciado no retardo das reações oxidativa (GRAU et al., 2000).

É importante considerar ainda, que a formação do princípio ativo dos óleos funcionais é influenciada por fatores ambientais como o tipo de solo, estação do ano e ciclo vegetativo da planta, em decorrência dessas variações, a origem do óleo funcional pode interferir nas concentrações do princípio ativo e na atividade antimicrobiana e antioxidante (WANG et al., 2008).

CONCLUSÕES

A suplementação com óleos funcionais na dieta materna ou na dieta da progênie resultaram em desempenho produtivo semelhante.

Aves provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais apresentaram maior peso de carcaça e maior peso de coxa, quando comparadas as aves que receberam dieta controle.

A substituição dos antibióticos promotores de crescimento na matriz e no frango de corte por óleos funcionais não alterou as características de qualidade da carne, porém melhorou o sistema antioxidante em aves provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais e em aves que receberam óleos funcionais nas dietas em comparação as aves que receberam dieta controle.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, T.J.A.S.; ARAÚJO, B.Q.; CITÓ, A.M.G.L.; SILVA, J.; SAFFI, J.; RICHTER, M.F.; FERRAZ, A.B.F. Antioxidant properties and chemical composition of technical Cashew Nut Shell Liquid (tCNSL). *Food Chemistry*, v.126, p.1044-1048, 2011.

AVISITE. O frango no mundo em 2016. *Revista Avisite*, n.99, 2016.

BESS, F.; FAVERO, A.; VIEIRA, S.L.; TORRENT, J. The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.21, p.567-578, 2012.

BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASSELS, E.; CONSENTINO, E.; DRANSFIELD, E.; HOOD, D.E.; JOSEPH, R.L.; MACDOUGALL, D.B.; RODHES, D.N.; SHON, I.; TIMBERGEN, B.J.; TOURAILLE, C. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the European communities' (CEC) beef production research programme. *Livestock Production Science*, v.8, n.5, p.385-397, 1981.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. Avaliação da carne suína. 2 ed. Londrina: Midiograf, p.120, 2009.

CALINI, F.; SIRRI, F. Breeder nutrition and offspring performance. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.9, n.2, p.77–83, 2007.

CHRCZANOWICZ, J.; GAWRON, A.; ZWOLINSKA, A.; GRAFT, J. Simple method for determining human serum 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) radical scavenging activity - possible application in clinical studies on dietary antioxidants. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, v.46, n.3, p.342–349, 2008.

CORCORAN, K.; BERNUÉS, A.; BAINES, R. Marketing Scottish beef and the problem of the changing consumer. Trabalho apresentado no 10º Annual World Food and Agribusiness Congress of the International Food and Agribusiness Management Association, Chicago, 2000.

DELLES, R.M.; XIONG, Y.L.; TRUE, A.D.; AO, T.; Dawson, K.A. Dietary antioxidant supplementation enhances lipid and protein oxidative stability of chicken broiler meat through promotion of antioxidant enzyme activity. *Poultry Science*, v.93, n.6, p.1561-1570, 2014.

FASCINA, V.B.; SARTORI, J.R.; GONZALES, E.; CARVALHO, F.B.; SOUZA, I. M. G. P.; POLYCARPO, G.V.; STRADIOTTI, A.C.; PELICIA, V.C. Phytogetic additives and organic acids in broiler chicken diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, p.2189-2197, 2012.

FEIJÓ, G.L.D. Qualidade da carne bovina. In: Curso conhecendo a carne que você consome, Campo Grande. Qualidade da carne bovina. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p.6-25, 1999.

FLETCHER, D.L. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, Ithaca, v.58, n.2, p.131-145, 2002.

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

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

GABRIEL, J.C.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; FERNANDES, J.B.K.; NEME, R.; LIMA, A.L.G.; NARUMOTO, R. Extrato de pomelo (*Citrus maxima*) como aditivo em rações para frangos de corte. *Revista ARS Veterinária*, v.25, n.2, p.84-89, 2009.

GARCIA-CRUSSET, S.; CARPENTER, K.L.H.; CODONY, R.; GUARDIOLA, F. Cholesterol oxidation products and atherosclerosis. In: Guardiola, F.; Dutta, P.C.; Codony, R.; Savage, G.P. Cholesterol and phytosterol oxidation products: Analysis,

occurrence, and biological effects. Champaign: Ed. Springer, p.241-77, 2002.

GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; BOATELLA, J.; CODONY, R. Measurement of 2-thiobarbituric acid values in dark chicken meat through derivative spectrophotometry: influence of various parameters. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v.48, n.4, p.1155-1159, 2000.

GUTTERIDGE, J.M.C. Lipid peroxidation: some problems and concepts. In: HALLIWELL, B. (ed): *Oxygen radicals and tissue injury. Proceedings of a Brook Lodge Symposium*. Bathesda: Upjohn Company, Federation of American Societies of Experimental Biology, p.9-19, 1988.

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

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

JANG, I.S.; KO, Y.H.; YANG, H.Y.; HA, J.S.; KIM, J.Y.; KANG, S.Y.; YOO, D.H.; NAM, D.S.; KIM, D.H.; LEE, C.Y. Influence of essential oil components on growth performance and the functional activity of the pancreas and small intestine in broiler chickens. *Asian-australasian Journal of Animal Science*, v.17, n.3, p.394-400, 2004.

JANG, I. S.; KO, Y.H.; KANG, S.Y.; LEE, C.Y. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v.134, p.304–315, 2007.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix – The International Journal on Feed, Nutrition and Technology – Special: Alternatives to antibiotics*. Doetinchen, v.9, n.6, p.19-24, 2000.

KOYAMA, N.T.G.; ROSA, A.P.; PADILHA, M.T.S.; BOEMO, L.S.; SCHER, A.; MELO, A.M.S.M.; FERNADES, M.O. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com mistura de aditivos fitogênicos na dieta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49, n.3, p.225-231, 2014.

KUBO, I., MASUOKA, N., HA, T.J.; TSUJIMOTO, K. Antioxidant activity of anacardic acids. *Food Chemistry*, v.99, n.3, p.555-562, 2006.

LEE, Y. S.; HAN, O.K.; PARK, C.W.; SUH, S.II.; SHIN, S.W.; YANG, C.H.; JEON, T.W.; LEE, E.S.; KIM, K.J.; KIM, S.H.; YOO, W.K.; KIM, H.J. Immunomodulatory effects of aqueous-extracted *Astragalus radix* in methotrexate-treated mouse spleen cells. *Journal of Ethnopharmacology*, v.84, p.193–198, 2003.

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

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; DAHLKE, F.; BOLELI, I.C.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, v.12, n.4, p.483-492, 2003.

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. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v.68, n.1, p.1-11, 2009.

MURAKAMI, A.E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. *Journal of Animal Science*, v.27, n.7, p.981-989, 2014.

NAJAFI, P. TORKI, M. Performance, blood metabolites and immunocompetence of broiler chicks fed diets included essential oils of medicinal herbs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.9, n.7, p.1164-1168, 2010.

OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024: Special Feature – Brazil: Prospects and Challenges. Group of Commodity Markets – Working Party on Agricultural Policies and Markets, p.26-27, 2015.

OHKAWA, H.; OHISHI, N.; YAGI, K. Assay for lipid peroxidation in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Annals of Biochemistry*, v.95, n.2, p.351–358, 1979.

OVIEDO-RONDÓN, E.O. Molecular methods to evaluate effects of feed additives and nutrients in poultry gut microflora. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.209-225, 2009.

PEDROSO, A.A.; MENTEN, J.F.M.; LAMBAIS, M.R. The structure of bacterial community in the intestines of newly hatched chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, v.14, p.232–237, 2005.

PLACHA, I.; TAKACOVA, J.; RYZNER, M.; COBANOVA, K.; LAUKOVA, A.; STROMPFOVA, V.; VENGLOVSKA, K.; FAIX, S. Effect of thyme essential oil and selenium on intestine integrity and antioxidant status of broilers. *British Poultry Science*, v.55, n.1, p.105-114, 2014.

QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; NORTHCUTT, J.K.; SMITH, D.P. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science*, v.81, p.422-427, n.2, 2002.

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

ROSS, D.; MOLDEUS, P. Antioxidant defense systems and oxidative stress. In Vigo-Pelfrey C: *Membrane lipid oxidation*. Boca Raton, CRC Press, v.54, p.151-170, 1991.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 1 ed. Jaboticabal: Funep, p.283, 2007.

SAS Institute, Inc. SAS user's guide: statistics. SAS Institute Inc., Cary, N.C, 2002.

SHIMOKOMAKI, M. Característica de qualidade da carne de aves. *Avicultura Industrial*, v.1126, n.8, p.26-28, 2004.

SILVA SOBRINHO, A.G. Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter. Thesis (Post Doctorate in Sheep Meat Production) – Massey University, Palmerston North, 1999.

SPEAKE, B.K.; NOBLE, R.C.; MURRAY, A.M.B. The utilization of yolk lipids by the chick embryo. *World's Poultry Science Journal*, v.54, p.319-334, 1998.

SURAI, P.F.; FISININ, V.I.; KARADAS, F. Antioxidant systems in chick embryo development. Part 1. Vitamin E, carotenoids and selenium. *Animal Nutrition*, v.2, n.1, p.1-11, 2016.

TAKAHASHI, S. E. Carnes PSE em Frangos de Corte. Botucatu, SP: FMVZ/UNESP, p.7, 2004.

TRAESEL, C.K.; LOPES, S.T.A.; WOLKMER, P.; SCHMIDT, C.; SANTURIO, J.M.; ALVES, S.H. Óleos essenciais como substituintes de antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte: perfil de soroproteínas e peroxidação lipídica. *Ciência Rural*, v.41, n.2, p.278-284, 2011.

VISSCHEDIJK, A.H.J. The air space and embryonic respiration. The balance between oxygen and carbon dioxide in the air space of the incubating chicken egg and its role in stimulating pipping. *British Poultry Science*, v.9, n.3, p.197-270, 1968.

VYNCKE, W. Direct Determination of the Thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

WANG, W.; WU, N.; ZU, Y.G.; FU, Y.J. Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. *Food Chemistry*, v.108, n.3, p.1019-1022, 2008.

YIN, Y.; LEI, F.; LIYING, Z.; LI, S.; WU, Z.; ZHANG, R.; GAO, G. F.; ZHU, B.; WANG, X. Exposure of different bacterial inocula to newborn chicken affects gut microbiota development and ileum gene expression. *Isme Journal*, v.4, n.3, p.367–376, 2010.

YU, T.W.; ANDERSON, D. Reactive oxygen species-induced DNA damage and its modification: a chemical investigation. *Mutation Research*, v.379, n.2, p.201-210, 1997.

ZHANG, G.G.; YANG, Z.B.; WANG, Y.; YANG, W.R. Effects of *Astragalus membranaceus* root processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. *Poultry Science*, v.92, p.178-183, 2013.

CAPÍTULO III AVALIAÇÃO DO EFEITO DO USO DE ÓLEOS FUNCIONAIS EM ASSOCIAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO AOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS AO DESAFIO SANITÁRIO

RESUMO

A utilização de promotores de crescimento e de anticoccidianos é uma estratégia para melhorar o desempenho produtivo dos frangos de corte, porém a utilização destes produtos vem sendo banida por países importadores. O objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de óleos funcionais em substituição ou associação a promotores de crescimento e anticoccidianos sobre o desempenho produtivo, saúde intestinal e expressão de citocinas inflamatórias em frangos de corte submetidos a um modelo de desafio sanitário. Foram distribuídas 640 aves em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (com e sem desafio vs 4 dietas) totalizando 8 tratamentos e 8 repetições de 10 aves cada. As dietas consistiram de: Dieta basal isenta de antibiótico promotor de crescimento (APC) e anticoccidiano, dieta basal com APC I (salinomina) + óleos funcionais, dieta basal com APC II (Enramicina) + óleos funcionais e dieta basal + óleos funcionais. Aos 21 dias de idade, foi avaliado o desempenho produtivo e sacrificadas 16 aves/tratamento para avaliação da saúde intestinal e expressão de citocinas inflamatórias. A análise estatística dos dados foi realizada pelo procedimento GLM do software SAS. Aves desafiadas apresentaram menor ($p < 0,05$) peso vivo e ganho de peso, menor ($p < 0,05$) profundidade de cripta do duodeno e menor ($p < 0,05$) largura de cripta no jejuno quando comparadas com o tratamento controle. Houve interação ($p < 0,05$) entre desafio e dieta para a relação número de criptas:número de vilos onde aves criadas sobre a cama nova e suplementadas com dietas isentas de aditivos apresentaram maior número de criptas em relação ao número de vilos. Aves desafiadas apresentaram menor ($p < 0,05$) quantidade de células PCNA positivas e aves suplementadas com APC I+OF apresentaram maior contagem de células PCNA (Proliferating Cell Nuclear Antigen) positivas quando comparadas com as demais dietas. Aves que receberam a dieta controle e a dieta com óleos funcionais apresentaram maior ($p < 0,05$) concentrações de TNF- α quando comparadas com as aves que receberam dieta com APC I+OF e dieta APC II+ OF. A suplementação dietética de óleos funcionais associados ou não com promotores e anticoccidianos

não preveniu a piora do desempenho e da integridade intestinal de frangos de corte criados em situação de desafio sanitário.

Palavras chaves: intestino, óleos funcionais, PCNA, promotor de crescimento

ABSTRACT

The use of growth promoters and anticoccidials is a strategy to improve the performance of broiler; however, its use has been banned by buying countries. The objective of this work was to evaluate the use of functional oils in substitution or association to growth promoters and anticoccidials on productive performance, intestinal health and expression of inflammatory cytokines in broilers submitted to a health challenge model. 640 birds were housed and distributed in a completely randomized design in a 2x4 factorial scheme (with and without challenge versus 4 diets), totaling 8 treatments, 8 replicates and 10 birds each. Diets consisted of: Antibiotic grow promoter (AGP) and anticoccidial free basal diet, basal diet with AGP I (Salinomycin) + functional oils, basal diet with AGP II (Enramycin) + functional oils and basal diet + functional oils. At 21 days of age, the productive performance was evaluated and 16 birds / treatment were sacrificed for evaluation of intestinal health and expression of inflammatory cytokines. Statistical analysis of the data was performed using the GLM procedure of the SAS software. Challenged birds presented lower ($p < 0.05$) live weight and lower weight gain, lower ($p < 0.05$) crypt depth of the duodenum and lower ($p < 0.05$) crypt width in the jejunum when compared to the control treatment. There was an interaction ($p < 0.05$) between challenge and diet for the number of crypts: number of villi where birds raised on the new bedding and supplemented with diets free of additives presented higher number of crypts in relation to the number of villi. Challenged birds presented lower ($p < 0.05$) amount of PCNA positive cells and birds supplemented with AGP I + FO had higher counts of PCNA (Proliferating cell nuclear antigen) positive cells when compared with the other diets. Birds that received the control diet and the diet with functional oils showed higher ($p < 0.05$) TNF- α concentrations when compared to the birds that received AGP I + FO diet and AGP II + FO diet. Dietary supplementation with functional oils associated or not with growth promoters and anticoccidials did not

prevent deterioration in the performance and intestinal integrity of broilers raised in a challenging health situation.

Key-words: intestine, functional oils, PCNA, growth promoter

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a posição de segundo maior produtor e maior exportador de carne de frango do mundo. A avicultura é portanto uma atividade importante e requer contínuos avanços tecnológicos e sanitários (AVISITE, 2016).

Para garantir a eficiência produtiva e para manter níveis satisfatórios de sanidade, a utilização de antibióticos promotores de crescimento (APC) nas dietas avícolas é uma realidade. Entretanto, a limitação da utilização dos APC por parte de alguns países importadores, fez com que a indústria e os centros de pesquisas desenvolvessem estudos com produtos alternativos naturais, que podem oferecer condições produtivas semelhantes aos promotores de crescimento comumente utilizados. Por outro lado, estudos epidemiológicos em países onde o uso de APC foi banido revelam um subsequente aumento na incidência de doenças, principalmente entéricas, tais como enterite necrótica e coccidiose, além de infecções por *Escherichia coli* e aumento do risco de infecções de origem alimentar em humanos, pelo menor controle de patógenos de origem alimentar como *Salmonella spp.*, *Campylobacter* e *E. coli* (ROSTAGNO, 2011).

Os aditivos fitogênicos têm sido testados com resultados bastante promissores como alternativos aos APC em dietas para frangos de corte. Além disso, um grande número de pesquisas buscam o sinergismo entre diferentes aditivos fitogênicos, de forma a melhorar suas respostas sobre o metabolismo, a produtividade e a condição da mucosa intestinal quando adicionados na dieta de frangos de corte.

Os óleos funcionais são compostos aromáticos voláteis extraídos de plantas, nomeados de acordo com suas características (KRISCHAN et al., 2014). São denominados funcionais pois possuem atividades além do seu valor nutricional (MURAKAMI et al., 2014), como por exemplo atividade antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória.

Langhout (2005) cita que os óleos essenciais melhoram o desempenho dos animais por meio do aumento da palatabilidade da ração, do estímulo à secreção de enzimas endógenas, da modulação da microbiota intestinal e da redução de infecções subclínicas.

Podem atuar também melhorando a condição da mucosa intestinal, efeito bastante relevante, considerando que a renovação celular dos vilos é um processo contínuo e a reposição celular se faz à custas de consumo de nutrientes, os quais são provenientes das reservas energéticas do organismo da ave e da ração (MAIORKA et al., 2003).

Segundo Johnson (1987), o intestino é o maior órgão imunológico do corpo animal, com pelo menos 25% da sua mucosa composta por tecido linfóide, isso representa 70% do sistema imunológico do corpo. Além disso, segundo McBride e Kelly (1990), a manutenção do epitélio intestinal e de todas as suas estruturas anexas pode custar até 20% da energia bruta consumida pelo animal, o que o torna um importante órgão, do ponto de vista nutricional.

Considerando que a ração representa de 60% a 70% dos custos de produção, o bom funcionamento dos mecanismos digestivos e absorptivos dos nutrientes no trato digestivo, ou seja, a integridade das células epiteliais da mucosa gastrintestinal, é de vital relevância para o bom desempenho das aves (FRANCO, 2011) e para o bom aproveitamento da dieta. Além disso, a integridade intestinal garante a manutenção da sanidade das aves, em especial quanto a doenças ou agentes que atuam sobre o trato gastrintestinal (BOLELI et al., 2002; FRANCO, 2011).

Resultados mostrados o efeito positivo do uso de óleos essenciais sobre a morfometria intestinal da mucosa de frangos de corte foram observados por BONA et al. (2012).

Melhorias na condição inflamatória da mucosa intestinal de aves desafiadas com coccidiose e suplementadas com a associação do líquido da castanha de caju (LCC) e com óleo ricinoleico foram apresentados por MURAKAMI et al. (2014).

Por outro lado, outros autores avaliaram variáveis semelhantes utilizando aditivos fitogênicos e não encontram nenhum efeito significativo na mucosa intestinal de frangos de corte (PERIC et al., 2010; TSIRTSIKOS et al., 2012).

Os resultados observados na literatura com os extratos fitogênicos são provenientes de experimentos que utilizaram uma variedade de plantas e podem apresentar diferentes resultados quando utilizados em diferentes condições sanitárias, ambientais e de manejo (DORMAN e DEANS, 2000). Assim, apesar de alguns compostos comerciais já serem utilizados comercialmente nas dietas das aves, os mecanismos de atuação ainda não são bem esclarecidos e podem ser influenciados por essas diferentes condições de criação.

A mistura comercial composta por óleo de rícino e LCC já vem sendo estudada como alternativa ao uso de APC. Os óleos funcionais da casca da castanha de caju são compostos por ácido anacárdico, cardanol, cardol e metilcardol e seus componentes tem apresentado ação antitumoral (ITOKAWA et al., 1989) e atividade antimicrobiana (KUBO et al., 2003), além da propriedade antimicrobiana sinérgica com antibióticos comumente usados na avicultura (MUROI e KUBO, 1996; MURAKAMI et al., 2014).

O óleo de rícino possui como molécula ativa, o óleo ricinoleico que possui atividade antimicrobiana (NOVAK et al., 1961) e portanto, pode ser uma alternativa aos APC na prevenção e redução dos efeitos negativos causados pela colonização intestinal por patógenos entéricos (MURAKAMI et al., 2014).

O objetivo foi avaliar a substituição ou associação do LCC e do óleo de rícino com APC e anticoccidiano sobre o desempenho produtivo e a integridade da mucosa intestinal de frangos de corte submetidos a um desafio sanitário.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em gaiolas experimentais nas instalações da Universidade Federal do Paraná - Campus Palotina. Foram alojados 640 pintos machos, Cobb Slow, provenientes de matrizes de 42 semanas de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (com e sem desafio vs 4 dietas) totalizando 8 tratamentos e 8 repetições de 10 aves cada. Os tratamentos consistiram de:

- Tratamento A: Dieta basal isenta de APC e anticoccidiano
- Tratamento B: Dieta basal com APC I (Salinomicina) + Óleos Funcionais
- Tratamento C: Dieta basal com APC II (Enramicina) + Óleos Funcionais

- Tratamento D: Dieta basal isenta de APC + Óleos Funcionais
- Tratamento E: Dieta basal isenta de APC e anticoccidiano + desafio
- Tratamento F: Dieta basal com APC I (Salinomicina) + Óleos Funcionais + desafio
- Tratamento G: Dieta basal com APC II (Enramicina) + Óleos Funcionais + desafio
- Tratamento H: Dieta basal isenta de APC + Óleos Funcionais + desafio

As dietas B e F foram suplementadas com o anticoccidiano a base de Salinomicina na dose de 500g/tonelada de ração (Coxistac[®] - Phibro Saúde Animal - Av. Pres. Tancredo A. Neves, 1063 – Guarulhos, SP). As dietas C e G foram suplementadas com APC a base de enramicina, na dose de 125 g/ton de ração (Enramax[®] - Farmabase Saúde Animal LTDA. Av. Emílio Marconato, 1000, Jaguariúna, SP). A inclusão dos óleos funcionais (Essential[®], US Patente N°. 8,377,485 B2: Oligo Basics Agroind. Ltda., Rua Sérgio Gasparetto 503, Cascavel, PR) foi de 1,5 kg/ton de ração, seguindo a recomendação do fabricante

O desafio experimental consistiu na reutilização de cama descartada de aviário comercial associada com baixos índices zootécnicos e ocorrência de enterites inespecíficas, a qual foi depositada no fundo das gaiolas e mantidas com umidade o suficiente para estimular o crescimento microbiano e conseqüentemente resultar em desafio para as aves. As gaiolas não desafiadas foram mantidas com maravalha nova e seca.

As aves permaneceram sob desafio sanitário durante todo o período experimental de 1 a 21 dias. A temperatura ambiente foi controlada com exaustores, aquecedores e ar condicionado e mantidas de acordo com a idade das aves. As aves receberam 24h de iluminação durante todo o período. Ração e água também foram fornecidas a vontade durante todo o período experimental. As dietas, à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as recomendações nutricionais adotadas pelas integrações avícolas da região (Tabela 1).

TABELA 1: INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS - 1 A 21 DIAS

Ingredientes, %	Tratamentos			
	A e E	B e F	C e G	D e H
Milho	58,49	58,49	58,49	58,49
Óleo de soja	1,40	1,40	1,40	1,40
Farelo de soja	36,10	36,10	36,10	36,10
Fosfato bicálcico	1,16	1,16	1,16	1,16
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35
DL-Metionina	0,29	0,29	0,29	0,29
Bicarbonato de sódio	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Treonina	0,09	0,09	0,09	0,09
Calcário calcítico	1,00	1,00	1,00	1,00
Premix vitamínico e mineral ¹	0,30	0,30	0,30	0,30
Sulfato de Lisina	0,37	0,37	0,37	0,37
Cloreto de colina	0,06	0,06	0,06	0,06
Caulin	0,20	-	0,04	0,05
Óleos Funcionais	-	0,15	0,15	0,15
Enramicina	-	-	0,0125	-
Salinomicina	-	0,05	-	-
Composição nutricional				
EM Kcal/kg	2980	2980	2980	2980
PB, %	21,92	21,92	21,92	21,92
GB, %	3,82	3,82	3,82	3,82
FB, %	3,21	3,21	3,21	3,21
Cinzas, %	6,13	6,13	6,13	6,13
Calcio, %	0,94	0,94	0,94	0,94
P disp, %	0,44	0,44	0,44	0,44
Lisina dig, %	1,25	1,25	1,25	1,25
AAS dig, %	0,879	0,879	0,879	0,879
Treonina dig., %	0,811	0,811	0,811	0,811
Triptofano dig., %	0,236	0,236	0,236	0,236
Leucina dig., %	1,666	1,666	1,666	1,666
Isoleucina dig., %	0,863	0,863	0,863	0,863
Valina dig., %	0,923	0,923	0,923	0,923
Arginina dig., %	1,328	1,328	1,328	1,328
Colina, mg/kg	1596,91	1596,91	1596,91	1596,91
Na, %	0,22	0,22	0,22	0,22
Cl, %	0,267	0,267	0,267	0,267
K, %	0,917	0,917	0,917	0,917

FONTE: O autor (2016).

¹Mistura vitamínica (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 4.000UI; Vit. D3 1.167UI; Vit.E 10.000UI; Vit. K3 1.000mg; Vit. B1 1.000mg; Vit. B2 2.666,67mg; Vit. B6 1.667,00mg; Vit. B12 6.666,67mcg; Niacina 13.333,33mg; Ácido Pantotênico 6.000mg; Ácido Fólico 833,33mg; Biotina 80.000mcg; Antioxidante 22.200mg. Mistura mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 23.333,33ppm; Cobre 2.666,67ppm; Iodo 333,3ppm; Zinco 33.333,33ppm; Manganês 40.000ppm; Selênio 80ppm. Fitase 16.667g/kg; Complexo enzimático (xilase, amilase e protease) 33,333g/kg

Desempenho produtivo

Para cálculo do desempenho produtivo as aves e sobras de ração foram pesadas ao alojamento e aos 21 dias, para a avaliação do peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. A conversão alimentar foi corrigida pela mortalidade semanal das aves conforme metodologia escrita por Sakomura e Rostagno (2007).

Avaliação da saúde intestinal – alteração macroscópica da mucosa intestinal

Aos 21 dias, 16 aves/tratamento foram sacrificadas por deslocamento cervical. Após o sacrifício, o intestino foi removido e exposto para a avaliação da mucosa intestinal de acordo com a metodologia de Bracarense et al. (2012) modificada. Para cada alteração macroscópica observada na mucosa intestinal das aves, foi atribuído um grau de severidade (GS) entre 0 e 3, sendo grau 0 sem alteração, grau 1 alteração leve, grau 2 alteração moderada e grau 3 alteração severa, de acordo com a sua importância em reduzir a capacidade funcional do órgão, ou seja, digestão e absorção de alimentos. Para cada alteração observada foram atribuídos escores de 0 a 3 conforme a intensidade da lesão, escore 0 sem lesão, escore 1 é baixa extensão (25%), escore 2 é média extensão (50%), e escore 3 é grande extensão (75%). Os valores de escores foram multiplicados pelo GS e estabelecido um valor total de alterações visualizadas na mucosa de cada segmento intestinal.

Avaliação da saúde intestinal - histomorfometria e células caliciformes

Das mesmas aves sacrificadas, foram retirados partes de aproximadamente 5cm de comprimento do duodeno, jejuno e íleo. Cada fragmento foi fixado em formalina 10% tamponada e submetido a cortes semi-seriados de 5µm de espessura, submetidos aos procedimentos e corados por PAS (Ácido Periódico de Schiff).

Para o estudo morfométrico, as imagens dos segmentos do intestino foram capturadas por meio da microscopia de luz, utilizando-se o sistema analisador de imagens computadorizado (Image Pro-Plus - Versão 5.2 – Media Cibernética). Foi contabilizado o número, de criptas em 20 vilos para a determinação da relação

número de criptas:número de vilos de cada repetição para cada segmento. Foi mensurado a altura e largura de 20 vilos e a profundidade e largura de 20 criptas de cada repetição para cada segmento e destes valores foi obtida a média para o cálculo da relação comprimento do vilo;profundidade da cripta. As medidas foram utilizadas para o cálculo da área da superfície de absorção da mucosa intestinal, através da seguinte fórmula, segundo Kisielinskiet al. (2002):

$$\text{Área de absorção:} \frac{(LV \times AV) + (LV/2 + LC/2)^2 - (LV/2)^2}{(LV/2 + LC/2)^2}$$

Onde: LV: largura de vilo, AV: altura de vilo, LC: largura de cripta

Para a contagem das células caliciformes, as imagens foram capturadas em aumento de 40x, utilizando-se o sistema analisador de imagens computadorizado (ImagePro-Plus - Versão 5.2 – Média Cibernética). A contagem de células caliciformes foi feita por mm² de área de vilo.

Avaliação da saúde intestinal – Análise da capacidade proliferativa das células intestinais

Novas lâminas sinalizadas foram confeccionadas com cortes provenientes dos 16 segmentos de jejuno/tratamento emblocadas para a avaliação da atividade proliferativa das células intestinais, analisada por imunohistoquímica para PCNA (*Proliferating Cell Nuclear Antigen*). O PCNA (anti-PCNA; FL-261; Santa Cruz Biotechnology Inc., Santa Cruz, Ca, USA) foi detectado com um *rabbit polyclonal antibody* contra os aminoácidos 1-261 do PCNA humano.

De cada lâmina foram capturadas cinco imagens da região da base e do meio do vilo em aumento de 40x. Em cada imagem foi quantificada as células PCNA positivas por milímetro quadrado.

Análises de expressão gênica das citocinas inflamatórias

Das 16 aves sacrificadas/tratamento, foram coletados 4 partes/tratamento e armazenadas em ultra freezer à -80°C até o momento da extração de RNA. O RNA total foi extraído com uso do reagente Trizol[®] (Invitrogen, Carlsbad CA, USA) de acordo com as normas do fabricante, na proporção de 1 mL para cada 80 mg de

tecido. Todos os materiais utilizados foram previamente tratados com inibidor de RNase - RNase AWAY[®] (Invitrogen, Carlsbad, CA, EUA). Inicialmente, o tecido foi triturado com homogeneizador elétrico Polytron (tecido + Trizol) até a completa dissociação, sendo mantido a temperatura ambiente por cinco minutos. Logo após foram adicionados 200 μ L de clorofórmio e homogeneizados manualmente por 15 segundos. Após permanecer em temperatura ambiente por três minutos, o material foi centrifugado por 15 minutos a 12.000 x g a 4°C, sendo a fase líquida coletada e transferida para tubo limpo. Ao sobrenadante foram adicionados 500 μ L de isopropanol, e após dez minutos a temperatura ambiente, os tubos foram centrifugados por dez minutos a 12.000 x g, a 4°C. Foi descartado o sobrenadante e o precipitado foi lavado com 1 mL de etanol 75%. Após nova centrifugação a 7.500 x g por cinco minutos a 4°C, o sobrenadante foi descartado, sendo que o pellet foi seco por 15 minutos e ressuspenso em água ultrapura livre de RNase. Por fim, as amostras foram incubadas a 60°C por 15 minutos, sendo posteriormente armazenadas a -80°C.

Para avaliar a concentração total de RNA, as amostras foram mensuradas pelo método fluorimétrico utilizando o kit Qubit RNA BR Assay Kit (Invitrogen, Carlsbad CA, USA). A integridade do RNA foi avaliada em gel de agarose 1%, corado com SYBR Safe[™] DNA Gel Stain (Invitrogen, Carlsbad CA, USA) e visualizado em aparelho transluminador com luz ultravioleta.

Para remoção de possíveis resíduos de DNA genômico, as amostras de RNA foram tratadas com Quanti Nova DNA Removal Mix (Qiagen GmbH, Hilden, Germany) a 45°C por 2 min, conforme instruções do fabricante. Após remoção do DNA genômico, foram utilizados 5 μ g de RNA para síntese do cDNA, utilizando o kit Quanti Nova reverse transcription kit (Qiagen GmbH) de acordo com as normas do fabricante. Em tubo estéril, foram adicionados 5 μ g de RNA total, 1 μ L Quanti Nova Reverse Transcription Enzyme e 4 μ L Quanti Nova Reverse Transcription Mix. A reação de transcriptase reversa foi incubada por 3 min a 25°C, seguida de 45°C por 10 min e subsequente inativação por 5 min a 85°C, sendo imediatamente colocada sobre o gelo. As amostras foram armazenadas a -20°C até o momento do uso.

As análises de qPCR foram conduzidas utilizando em um Step One Plus Real-Time PCR System (Applied Biosystems, Carlsbad, CA, USA), utilizando o kit Quanti Nova SYBR Green PCR Kit, em duplicatas. Utilizou-se um volume total da

reação de 20 µl, contendo 10 µl de 2x SYBR Green PCR Master Mix, 2 µl de QN Rox Reference Dye, 0,8 µl de cada *primer* (400 nM), 5 µl cDNA (400 ng) e 1,4 µl de RNase free water.

As reações de qRT-PCR foram inicialmente incubadas a 95°C por 2 min, seguido de 40 ciclos de: desnaturação a 95°C por 5 seg, anelamento/extensão 60°C por 10 seg. As curvas de dissociação (melting curve) foram conduzidas para determinar a especificidade das reações.

Para avaliar por PCR em tempo real (qRT-PCR) o gene TNF- α e β -actina foram utilizados os *primers* desenvolvido por Du et al. (2016) (Tabela 2). Para o gene IL-1, foi utilizado o *primer* desenvolvido por Gasparino (2016, ainda não publicado). Como controle endógeno, foi utilizada a β -actina. As características dos *primers* podem ser observadas na Tabela 2.

TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DOS *PRIMERS* UTILIZADOS NESTE ESTUDO.

Primer	Sequência	Tamanho do amplicon (pb)	Accession no.	Referência
TNF- α	F: GAGCGTTGACTTGGCTGTC R: AAGCAACAACCAGCTATGCAC	64	NM_204267 64	Du et al. (2016)
IL-1	F: GTCAACATCGCCACCTACAA R: GGTTTCCATCTCGTATGTACCG	90	HM179638.1	Profª Dra. Eliane Gasparino (UEM)
β -actina	F: GAGAAATTGTGCGTGACATCA R: CCTGAACCTCTCATTGCCA	152	L08165 152	Du et al. (2016)

FONTE: Du et al. (2016)

O método $2^{-\Delta CT}$ foi utilizado para as análises de quantificação relativa, sendo os dados expressos em unidade arbitrária (UA).

Os *primers* para os genes analisados neste estudo (TNF, IL-1 e β -actina) provaram ser adequados para a análise de PCR em tempo real. A eficiência de amplificação foi semelhante para os genes de interesse, variando entre 90 e 110%. A análise das curvas de dissociação não revelou presença de produtos não específicos, ou formação de dímeros de *primers*, o que demonstra a confiabilidade dos dados na expressão de mRNA dos genes estudados. Análise estatística da β -actina como controle endógeno não mostrou diferença significativa entre os tratamentos, comprovando desta forma a eficiência de seu uso como controle endógeno.

Os valores de Ct (cycle threshold ou ciclo limiar) utilizados na análise estatística foram calculados como: $40 - [(Ct \text{ médio da amostra}) + (Ct \text{ mediano } 28S - Ct \text{ médio } 28S) \times (\text{gene alvo slope}/28S \text{ slope})]$.

Onde: Ct mediano: 22,6682; Slope β -actina: -2,9475; Slope IL-1: -2,8341; Slope TNF- α : -2,8129

Análise estatística

Para a análise estatística, os dados foram verificados quanto à presença de valores discrepantes (“*outliers*”) e testaram-se as pressuposições de normalidade dos erros studentizados (teste de Cramer Von Mises) e de homogeneidade de variância (teste de Brown-Forsythe). Depois de constatada a não violação dessas pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento GLM do programa SAS (SAS Institute, 2002).

Para as análises das citocinas foi utilizado o procedimento GENMOD, para avaliação de TNF utilizou-se a função de distribuição normal e para avaliação de IL - 1 utilizou-se a distribuição binomial negativa com função de ligação logística.

Para a avaliação das variáveis não paramétricas das lesões macroscópicas do intestino os resultados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis à 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do desempenho produtivo estão descritos na Tabela 3. Aves submetidas ao desafio sanitário apresentaram menor ($p < 0,05$) peso vivo e ganho de peso aos 21 dias, quando comparadas com às aves criadas sob cama nova, independente da dieta. Para as demais variáveis não houve efeito significativo ($p > 0,05$) do desafio ou dietas.

TABELA 3: DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO

	Peso vivo (g)	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar
Dietas				
Controle	746,43	701,45	1061,87	1,505
APC I + OF	754,33	710,82	1037,62	1,461
APC II + OF	751,02	706,19	1047,95	1,455
OF	768,75	722,78	1041,65	1,443
Desafio				
Controle	771,38 ^a	726,08 ^a	1059,79	1,452
Desafiadas	738,88 ^b	694,54 ^b	1034,86	1,487
CV, %	6,92	7,43	6,17	5,02
Análise de variância				
Dietas	0,0161	0,0203	0,1390	0,0730
Desafio	0,6540	0,6976	0,7452	0,1342
Dietas x desafio	0,6500	0,6811	0,5821	0,1631

FONTE: O autor (2016).

APC: antibiótico promotor de crescimento (I: salinomicina, II: enramicina), OF: óleos funcionais. Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$)

Vários estudos têm documentado que a cama de aviário contém uma microbiota complexa e dinâmica, composta principalmente de bactérias do trato gastrointestinal e do ambiente. O manejo da cama resulta em mudanças consideráveis nas condições químicas e microbiológicas devido principalmente ao aumento da umidade com aumentos concomitantes de amônia e pH, influenciando a densidade e a diversidade do microbioma (OMEIRA et al., 2006). Camas de aviário nessas condições moldam a microbiota do trato gastrointestinal das aves porque a exposição de pintos jovens a diferentes inóculos bacterianos pode afetar profundamente o desenvolvimento da microbiota permanente do intestino (YIN et al., 2010).

Cressman et al. (2010) demonstraram que a microbiota da cama e a microbiota do trato gastrointestinal exercem influência de maneira recíproca, além disso, esses autores observaram que camas novas apresentam menor diversidade e predominância de bactérias do ambiente na microbiota do trato gastrointestinal de pintainhos, enquanto que camas reutilizadas e mal manejadas resultaram no aumento de bactérias de origem intestinal. Outro estudo recente (WANG et al. 2016) revelou ainda, a predominância de *Enterococcus* no íleo de pintainhos de 10 dias, o que sugere que a cama pode representar uma fonte de *Enterococcus* na fase inicial de vida das aves. Esses autores também mostram haver uma maior susceptibilidade de aves jovens às condições de manejo da cama que aves adultas, uma vez que

com a idade há um aumento na diversidade e na resistência à colonização (SPEES et al., 2013).

Os resultados encontrados no presente estudo demonstram que a melhoria nas práticas de produção, como manejo e ambiência e maior atenção aos procedimentos de higiene e desinfecção podem ter um maior impacto na redução do desafio microbiológico dos lotes do que o uso de aditivos. É importante ressaltar, que estes resultados foram obtidos em condições experimentais. Desta forma, os aditivos APC, anticoccidianos ou fitogênicos podem não ter o mesmo impacto quanto utilizados nas dietas para frangos de corte criados em condições comerciais.

O menor ganho de peso das aves criadas sob camas mal manejadas pode ser atribuído à maior demanda de nutrientes para manter a homeostase frente ao desafio microbiológico. Quando a mucosa sofre processo de agressão, a reposição celular se faz às custas de consumo de nutrientes, os quais são provenientes das reservas energéticas do organismo da ave e da ração ingerida. McBride & Kelly (1990) estimaram que a manutenção do epitélio intestinal e estruturas anexas de suporte tem custo de 20% da energia bruta consumida pelo animal.

Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho foram relatados por Toledo et al. (2007). Os autores não observaram diferenças nas variáveis de desempenho produtivo quando adicionaram óleos essenciais associados ou não à antibiótico quando comparados ao tratamento controle. Da mesma forma, Barreto et al. (2008) também não observaram diferenças significativas com óleos essenciais sobre o desempenho de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Por outro lado, Bess et al. (2012) demonstraram que a utilização de óleo de caju e mamona melhorou o desempenho de frangos de corte e Murakami et al. (2014) relataram benefícios da associação de óleo de rícino com o óleo da casca da castanha do caju em aves desafiadas com coccídeos de *Eimeria* sp.

Silva et al. (2011) avaliaram o óleo essencial de aroeira-vermelha e verificaram efeitos compatíveis ao uso de APC.

Segundo Applegate et al. (2010), os princípios ativos dos aditivos fitogênicos são produzidos como mecanismo de defesa da planta contra fatores externos, o que pode alterar a composição dos constituintes metabólicos da planta. Além disso, diferenças no método de extração/destilação e estabilização utilizado assim como a

associação de princípios ativos diversos pode influenciar as características desses produtos.

Os resultados da morfometria da mucosa intestinal do duodeno de frangos de corte aos 21 dias de idade estão descritos na Tabela 4. Houve efeito significativo ($p < 0,05$) para o desafio sanitário, onde aves alojadas sobre camas com alto desafio sanitário apresentaram menor profundidade de cripta quando comparadas com o tratamento controle, o que indica menor capacidade de proliferação de novas células pela cripta intestinal.

TABELA 4: MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DO DUODENO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO

	Duodeno						Área de absorção, μm^2
	CVilo, μm	LVilo, μm	PCripta, μm	LCripta, μm	CV:PC	NC:NV	
Dietas							
Controle	1482,70	153,71	119,03	38,78	13,22	4,36	25,43
APC I + OF	1602,63	157,01	106,87	39,38	15,45	3,77	26,51
APC II + OF	1489,60	175,62	110,16	38,41	14,98	4,03	24,10
OF	1521,95	167,88	114,04	40,16	13,41	3,60	24,14
Desafio							
Controle	1522,46	165,84	120,04 ^a	40,18	13,66	3,74	24,53
Desafiadas	1517,01	161,94	105,37 ^b	38,15	14,77	4,18	25,42
CV, %	16,34	28,82	22,28	12,31	26,73	26,59	22,25
Análise de variância							
Dietas	0,7062	0,6590	0,6121	0,8256	0,3967	0,2578	0,7671
Desafio	0,9727	0,8145	0,0373	0,1215	0,2620	0,0778	0,5568
Dietas x desafio	0,2273	0,1897	0,4427	0,7395	0,2891	0,0988	0,0537

FONTE: O autor (2016).

APC: antibiótico promotor de crescimento (I: salinomicina, II: enramicina), OF: óleos funcionais.

Comprimento do vilo (CVilo), largura do vilo (LVilo), profundidade de cripta (PCripta), relação comprimento do vilo: profundidade da cripta (CV:PC), número de criptas: número de vilos (NC:NV).

Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$)

A renovação celular da mucosa intestinal é um processo contínuo que se dá pelo equilíbrio entre os processos de proliferação e diferenciação celular e a perda de células por descamação (UNI, 1998), mecanismo conhecido como *turnover* celular.

Apesar da menor profundidade da cripta não influenciar negativamente o comprimento do vilo, pode ter contribuído para o menor ganho de peso das aves desafiadas. Em situação de desafios entéricos, é necessário ocorrer a maturação das células epiteliais para manter as inúmeras atividades funcionais da mucosa intestinal. O surgimento de “enterócitos imaturos” com baixa capacidade absorptiva, bem como reduzida atividade das enzimas na bordadura em escova pode

comprometer a absorção de nutrientes e conseqüentemente o desempenho produtivo.

As demais mensurações da mucosa intestinal do duodeno não foram alteradas ($p>0,05$) pelo desafio ou dietas.

Os resultados da morfometria da mucosa intestinal do jejuno de frangos de corte aos 21 dias de idade estão descritos na Tabela 5. Aves desafiadas apresentaram menor ($p<0,05$) largura de cripta quando comparadas com as aves não desafiadas, o que confirma que desafios entéricos podem alterar a capacidade proliferativa das criptas intestinais, a exemplo do observado para a profundidade da cripta do duodeno.

Houve uma interação significativa ($p<0,05$) entre desafio e dieta para a relação número de criptas:número de vilos (Tabela 5). No desdobramento da interação (Tabela 6), as aves criadas sobre a cama nova e suplementadas com dietas isentas de aditivos apresentaram maior número de criptas em relação ao número de vilos. Para as aves desafiadas, não houve diferença significativa ($p<0,05$). Na comparação entre aves que receberam dieta controle e desafiadas ou não observou-se menor número de criptas:número de vilos. Para a dieta acrescida de anticoccidiano (APC I – salinomicina) e óleos funcionais, observou-se comportamento oposto.

TABELA 5: MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DO JEJUNO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO

	Jejuno						
	CVilo, μm	LVilo, μm	PCripta, μm	LCripta, μm	CV:PC	NC:NV	Área de absorção, μm^2
Dietas							
Controle	864,57	119,33	91,78	36,05	9,68	3,10	18,13 ^{ab}
APC I + OF	774,07	131,34	81,04	37,70	10,00	3,13	15,50 ^{ab}
APC II + OF	737,94	130,81	84,10	35,81	9,04	3,47	14,67 ^b
OF	837,83	109,43	87,50	36,75	10,16	3,05	19,11 ^a
Desafio							
Controle	832,11	121,48	89,04	39,06 ^a	9,58	2,95 ^b	16,65
Desafiadas	773,88	122,94	83,57	33,87 ^b	9,83	3,44 ^a	17,20
CV, %	16,76	26,35	23,61	18,168	20,43	24,11	28,402
Análise de variância							
Dietas	0,0529	0,1977	0,5781	0,8690	0,4144	0,3834	0,0390
Desafio	0,1516	0,7933	0,3211	0,0038	0,6365	0,0129	0,6119
Dietas x desafio	0,6473	0,1450	0,5213	0,9133	0,7242	0,0049	0,3897

FONTE: O autor (2016).

APC: antibiótico promotor de crescimento (I: salinomicina, II: enramicina), OF: óleos funcionais.

Comprimento do vilos (CVilo), largura do vilos (LVilo), profundidade de cripta (PCripta), relação comprimento do vilos: profundidade da cripta (CV:PC), número de criptas: número de vilos (NC:NV).

Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$)

TABELA 6: DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DIETA E DESAFIO PARA A RELAÇÃO NÚMERO DE CRIPTAS:NÚMERO DE VILOS DO JEJUNO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO

	Controle	Desafiadas	Valor de P
		NC:NV	
Controle	3,45 ^{Aa}	2,70 ^{Ba}	0.0416
APC I + OF	2,47 ^{Bb}	3,80 ^{Aa}	0.0210
APC II + OF	3,03 ^{Aab}	3,92 ^{Aa}	0.0620
OF	2,75 ^{Aab}	3,35 ^{Aa}	0.1062
Valor de P	0,0399	0,0656	

FONTE: O autor (2016).

APC: antibiótico promotor de crescimento (I: salinomicina, II: enramicina), OF: óleos funcionais.

Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$)

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha ($p < 0,05$)

A maior quantidade de criptas por vilos observadas no jejuno de aves mantidas sobre camas com alto desafio sanitário pode ser uma forma compensatória de manter a capacidade de absorção da mucosa intestinal, uma vez que essas aves apresentaram menor profundidade de cripta do duodeno e menor largura de cripta do jejuno. Houve efeito significativo ($p < 0,05$) da dieta sobre a área de absorção da mucosa do jejuno. Aves suplementadas com óleos funcionais apresentaram maior área de absorção apenas em comparação à associação de óleos funcionais e enramicina. Os resultados da morfometria da mucosa intestinal do íleo de frangos de corte aos 21 dias de idade estão descritos na Tabela 7. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) do desafio sanitário ou das dietas sobre nenhuma das variáveis analisadas.

TABELA 7: MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DO ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO

	Íleo						
	CVilo, µm	LVilo, µm	PCripta, µm	LCripta, µm,	CV:PC	NC:NV	Área de absorção, µm ²
Dietas							
Controle	574,16	149,66	91,59	41,41	5,88	3,21	10,21
APC I + OF	496,45	148,93	83,66	41,65	5,97	3,20	8,88
APC II + OF	590,58	151,69	100,59	38,94	5,90	3,39	10,50
OF	554,77	155,77	99,22	41,17	5,77	3,56	10,11
Desafio							
Controle	547,37	154,34	92,39	42,22	5,81	3,36	9,80
Desafiadas	560,24	148,47	95,56	39,19	5,95	3,33	10,07
CV, %	25,50	21,52	24,16	18,83	16,64	22,90	33,99
Análise de variância							
Dietas	0,3100	0,9309	0,2007	0,7353	0,9161	0,4621	0,5686
Desafio	0,6255	0,5309	0,5669	0,1606	0,5550	0,9672	0,7098
Dietas x desafio	0,2983	0,6810	0,8617	0,1490	0,3645	0,3085	0,6529

FONTE: O autor (2016).

APC: antibiótico promotor de crescimento (I: salinomicina, II: enramicina), OF: óleos funcionais. Comprimento do vilos (CVilo), largura do vilos (LVilo), profundidade de cripta (PCripta), relação comprimento do vilos: profundidade da cripta (CV:PC), número de criptas: número de vilos (NC:NV). Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$)

Com relação ao efeito da dieta na mucosa intestinal de frangos desafiados ou não, os dados observados demonstram que a utilização de promotores, anticoccidianos e óleos funcionais ainda requer mais estudos, uma vez que seus efeitos não ficaram claros, até mesmo em aves desafiadas.

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que o controle sanitário eficiente, boas condições de ambiência e manejo, além do uso de matérias primas de melhor qualidade na formulação das rações podem contribuir de forma mais impactante sobre a integridade intestinal. A utilização de aditivos pode ser pontual em situações extremas, visto que era esperado que a associação ou até mesmo o uso dos óleos funcionais de forma isolada apresentassem melhorias na mucosa intestinal das aves, principalmente nas aves desafiadas. Nesse sentido, mais pesquisas são necessárias para o melhor entendimento da interação da microbiota ambiental, principalmente que compõe a cama do aviário e a microbiota intestinal, a fim de desenvolver ferramentas de manipulação em favor do desempenho produtivo, e da prevenção e controle de patógenos entéricos.

Vukić-vranješ et al. (2013) não observaram diferenças estatísticas para a altura das vilosidades e para a profundidade de cripta no jejuno de aves suplementadas com uma mistura de óleos essenciais de orégano, anis e citros.

Jerzsele et al. (2012) avaliaram a adição de óleos essenciais de gengibre e carvacrol na dieta de frangos de corte e observaram um aumento significativo no tamanho das vilosidades, comparado com o tratamento controle sem qualquer tipo de aditivo promotor.

Hong et al. (2012), suplementaram frangos de corte com uma mistura de óleos essenciais de orégano, anis e citros e observaram um aumento significativo na altura dos vilos do duodeno nos animais do tratamento com óleos essenciais em comparação ao tratamento controle negativo e o tratamento contendo APC.

Silva et al. (2011) suplementaram frangos de corte com óleos extraídos da aroeira vermelha e não encontraram diferença significativa na profundidade das criptas e na altura dos vilos entre os tratamentos.

Amad et al. (2013) verificaram que a adição da mistura de óleos essenciais a base de timol e anetol, aumentou a relação vilo:cripta em frangos de corte.

Os resultados do número de células caliciformes na mucosa intestinal do duodeno, jejuno e íleo estão descritos na Tabela 8. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para as variáveis avaliadas.

TABELA 8: NÚMERO DE CÉLULAS CALICIFORMES (MM²) NA MUCOSA INTESTINAL DO DUODENO, JEJUNO E ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO

	Duodeno	Jejuno	Íleo
Dietas			
Controle	1,71	3,80	2,57
APC I + OF	1,42	3,68	2,87
APC II + OF	1,42	3,08	2,37
OF	1,71	3,28	2,60
Desafio			
Controle	1,51	3,40	2,54
Desafiadas	1,63	3,54	2,65
CV, %	32,75	32,88	37,87
Análise de variância			
Dietas	0,1889	0,6202	0,6414
Desafio	0,3694	0,3173	0,7496
Dietas x desafio	0,5129	0,9694	0,5375

FONTE: O autor (2016).

APC: antibiótico promotor de crescimento (I: salinomicina, II: enramicina), OF: óleos funcionais. Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$)

As células caliciformes são secretoras de glicoproteínas, cuja função é proteger o epitélio da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta (MAIORKA et al., 2003). Além disso, a secreção funciona como uma barreira à infecções, pois impedem o contato direto de microrganismos patogênicos com as células epiteliais. Quando a mucosa sofre agressão por qualquer tipo de injúria ou

por ação de enterotoxinas, ocorre um aumento do número de células caliciformes nos vilos e com isso aumenta-se a liberação de muco (FORDER et al., 2007).

Akbarian et al. (2013) avaliaram a adição do extrato da casca de limão, extrato da casca de laranja e óleo essencial de cúrcuma na dieta de frangos de corte e observaram diminuição na contagem de coliformes no íleo em relação ao grupo controle.

Bona et al. (2012) avaliaram a suplementação de óleo essencial de orégano, alecrim e extrato de pimenta em aves desafiadas com *Salmonella Enteritides* e observaram que o número de células caliciformes nas aves suplementadas com o composto vegetal foi significativamente maior no duodeno em relação ao grupo que recebeu APC, mostrando que dependendo do estímulo imunogênico, a utilização do APC pode ser mais efetiva do que de aditivos fitogênicos.

Os resultados da contagem de células positivas PCNA e expressão gênica das citocinas IL-1 e TNF- α da mucosa intestinal do jejuno de frangos de corte aos 21 dias estão descritas na Tabela 9. Houve efeito significativo ($p < 0,05$) da cama com alto desafio sanitário para a contagem de células PCNA positivas independente da dieta fornecida. Aves desafiadas apresentaram menor quantidade de células PCNA positivas em comparação com as aves criadas em camas novas.

As células PCNA-positivas são células que expressam antígenos da fase G1 tardia e durante a fase S do ciclo celular. Esta técnica é uma das formas de fazer a avaliação da proliferação celular, permitindo medições acuradas sem a necessidade da administração de nenhuma substância ao animal em estudo (RABENHORST, BURINI e SCHMITT, 1993).

Esse resultado confirma o que foi observado nas avaliações já descritas. O desafio sanitário resultou em menor ganho de peso, menor profundidade de cripta do duodeno e menor largura de criptas do jejuno.

A menor capacidade proliferativa observada nessas aves pode ser resultado da resposta inflamatória induzida pela microbiota presente na cama mal manejada (SHANMUGASUNDARAM et al., 2012). Wang et al. (2016) relatam que algumas bactérias benéficas produtoras de butirato e *Lactobacillus* localizados no íleo das aves são afetadas pelo pior manejo da cama. O butirato é conhecido pelas propriedades anti-inflamatórias além de importante fonte de energia para a mucosa intestinal do ceco e do cólon (STEVENS e HUME, 1998) e com isso pode atuar

positivamente na absorção dos nutrientes do vitelo e no desenvolvimento do trato gastrointestinal das aves pós-eclosão.

Em relação as dietas, pode ser observado uma maior contagem ($p < 0,05$) de células PCNA na mucosa do jejuno de aves suplementadas com APC I (salinomina) associado aos óleos funcionais (óleo de rícino e óleo da casca da castanha do caju). Esse resultado também está relacionado com a observação de que para esse tratamento foi encontrado um maior número de criptas:vilo, o que demonstra que a associação de um anticoccidiano com um aditivo fitogênico pode ser promissora na manutenção da capacidade absorptiva intestinal.

Apesar de não haver diferenças significativas no comprimento do vilo de nenhum segmento avaliado, é importante considerar que a manutenção do comprimento do vilo é um indicador morfológico da integridade do tecido intestinal, uma vez que representa que o processo de mitose está ativo mesmo havendo um maior *turnover* celular (SAMANYA e YAMUCHI, 2002).

Houve resultado significativo ($p < 0,05$) para a avaliação da expressão gênica de TNF- α (Tabela 9). Aves que receberam a dieta controle e a dieta com óleos funcionais apresentaram maior concentrações de TNF- α quando comparadas com as aves que receberam dieta com APC I + OF e dieta APC II + OF. Para a citocinas IL-1, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para o desafio sanitário ou para as dietas.

TABELA 9: CONTAGEM DE CÉLULAS POSITIVAS-PCNA (MM^2) E EXPRESSÃO DE CITOCINAS IL-1 E TNF-A NA MUCOSA INTESTINAL DO JEJUNO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO

	PCNA	IL-1	TNF- α
Dietas			
Controle	8,16 ^b	0,00205	0,6428 ^a
APC I + OF	10,13 ^a	0,00114	0,4100 ^b
APC II + OF	8,75 ^{ab}	0,00183	0,3480 ^b
OF	8,11 ^b	0,00151	0,6131 ^a
Desafio			
Controle	9,91 ^a	0,00164	0,4547
Desafiadas	7,70 ^b	0,00163	0,5522
CV, %	24,52	59,85	43,82
Análise de variância			
Dietas	0,0390	0,4094	0,0050
Desafio	0,0002	0,9789	0,1655
Dietas x desafio	0,8311	0,9384	0,5121

FONTE: O autor (2016).

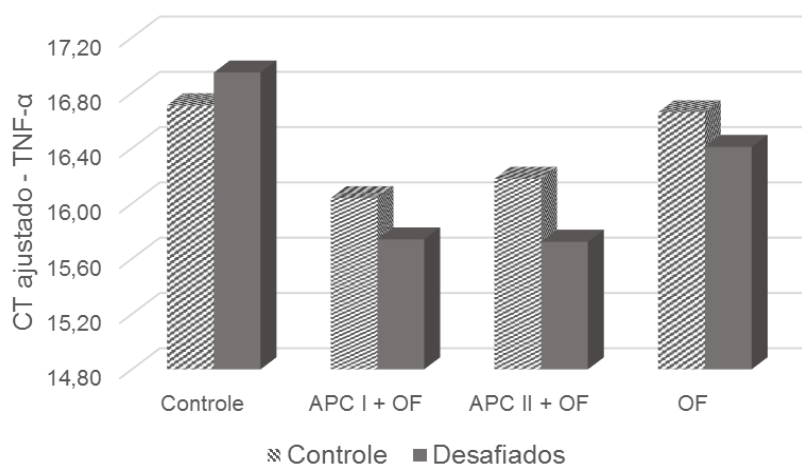
APC: antibiótico promotor de crescimento (I: salinomina, II: enramicina), OF: óleos funcionais. Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$)

Provavelmente o estímulo inflamatório não foi intenso o suficiente para aumentar a expressão das citocinas pró-inflamatórias IL-1 e TNF- α , uma vez que o desafio sanitário utilizado nesse experimento não resultou na alteração da expressão dessas citocinas. A IL-1 é considerada a maior mediadora da inflamação em mamíferos e aves e é produzida também por enterócitos e outras células mediante um estímulo inflamatório (BAR-SHIRA e FRIEDMAN, 2006).

Em contraste, a inflamação reduzida tem sido associada à estabilização de populações bacterianas comensais conhecidas por reduzir a expressão de citocinas inflamatórias e a ocorrência de disbiose e enterite necrótica (MASLOWSKI e MACKEY, 2011).

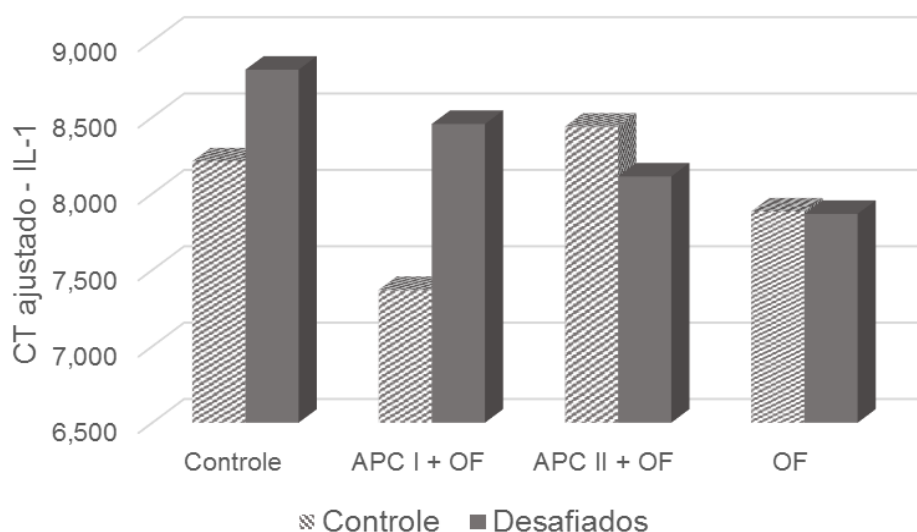
Nas Figuras 1 e 2 estão representados graficamente os resultados obtidos para os Ct ajustados (representa o ponto em que o sinal de amplificação é detectado) para TNF- α e IL-1. Pode ser observado que para a expressão de TNF- α , o comportamento entre aves desafiadas ou não é semelhante entre os aditivos utilizados. Já para a análise da expressão da IL-1, observa-se uma queda gradativa da dieta controle em relação as demais, sendo menor para o uso isolado de óleos essenciais. Apesar de não significativos estatisticamente, a análise de outras citocinas pode trazer maior entendimento da relação desses aditivos com a inflamação da mucosa intestinal tanto em situações adequadas quanto de desafio sanitário.

FIGURA 1: EXPRESSÃO DE TNF- α POR DIETA NA MUCOSA INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS OU NÃO COM CAMA DE AVIÁRIO MAL MANEJADA



FONTE: O autor (2016).

FIGURA 2: EXPRESSÃO DE IL-1 POR DIETA NA MUCOSA INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE DESAFIADOS OU NÃO COM CAMA DE AVIÁRIO MAL MANEJADA



FONTE: O autor (2016).

Citocinas são moléculas proteicas, responsáveis por enviar sinais estimulatórios, modulatórios ou mesmo inibitórios para as diferentes células do sistema imunológico. Agem na própria célula produtora e podem atuar nas células próximas, geralmente após a estimulação antígenica (VARELLA e FORTE, 2001).

A síntese da IL – 1 (interleucina 1) é geralmente induzida pela presença de antígenos e suas atividades biológicas incluem a estimulação de células CD4+ a secretarem IL-2; estimulação da proliferação e ativação de linfócitos B, neutrófilos, monócitos/macrófagos, aumentando conseqüentemente as atividades quimiotáticas e fagocitárias. Além disso, estimulam a adesão de leucócitos e aumentam a expressão das moléculas de adesão pelas células endoteliais. (DINARELLO, 1989; AREND, 1991).

Já o fator de necrose tumoral (TNF- α) é um mediador da apoptose e da resposta imune celular, além de funções semelhantes a IL-1 e estimula a produção de IL- 6 fazendo com que os hepatócitos produzam proteínas da fase aguda da inflamação (TARTAGLIA et al., 1993; VARELLA e FORTE, 2001).

Geralmente o estresse imunológico sofrido por uma ave que entra em contato com um antígeno, resulta em um aumento da taxa metabólica, diminuindo o apetite e redirecionando os nutrientes ingeridos para atender as necessidades da

resposta imune em vez de estar sendo gasto com a deposição de proteína muscular (QURESHI, 2002).

Qureshi (2002) afirma que é importante alcançar um equilíbrio nas respostas de proteção e imunopatológicas, uma vez que se o sistema imune for super estimulado pode gerar um estado de disfunção e piorar o desempenho animal.

Os resultados da análise macroscópica da condição inflamatória da mucosa do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte aos 21 dias de idade estão descritos na Tabela 10. Não houve efeito significativo ($p>0,05$) para lesão macroscópica na mucosa do duodeno e na mucosa do jejuno independente dos tratamentos.

Entretanto, houve interação significativa ($p<0,05$) entre a dieta e o desafio para a quantidade de petéquias no íleo. Aves não desafiadas e que receberam dieta controle apresentaram maior quantidade de petéquias quando comparadas as aves que receberam dieta APC I + OF e APCII + OF e não diferiram das aves que receberam apenas óleos funcionais. Aves desafiadas e que receberam somente óleos funcionais apresentaram maior quantidade de petéquias quando comparadas com a dieta controle e não diferiram das aves que receberam APC I + OF e APC II + OF.

TABELA 10: ANÁLISE MACROSCÓPICA DA CONDIÇÃO INFLAMATÓRIA DA MUCOSA DO DUODENO, JEJUNO E ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO E ÓLEOS FUNCIONAIS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE E SUBMETIDOS A UM MODELO DE DESAFIO ENTÉRICO

	Material mucoso			Congestão			Petéquias		
	Controle	Desafiadas	média	Controle	Desafiadas	média	Controle	Desafiadas	média
	Duodeno								
Ração basal	2,75	0,75	1,75	0,00	0,00	0,00	2,87	1,00	1,94
APC I + OF	3,62	1,25	2,44	1,50	0,25	0,88	1,62	0,87	1,25
APC II + OF	3,00	2,75	2,88	0,42	0,12	0,27	2,00	0,62	1,31
OF	1,88	1,62	1,75	1,33	0,75	1,04	0,66	1,87	1,27
Média	2,81	1,59		0,81	0,28		1,79	1,09	
CV, %		55,89			34,22			54,62	
Dieta x desafio		0,537			0,229			0,946	
	Jejuno								
Ração basal	1,25	1,12	1,19	0,87	0,00	0,44	2,12	0,15	1,14
APC I + OF	2,62	0,75	1,69	0,00	0,00	0,00	1,00	0,27	0,64
APC II + OF	3,00	0,37	1,69	0,42	0,00	0,21	1,14	0,09	0,62
OF	1,66	0,87	1,27	0,00	0,00	0,00	0,55	0,75	0,65
Média	2,13	0,78		0,32	0,00		1,20	0,32	
CV, %		55,34			20,83			53,69	
Dieta x desafio		0,915			0,279			0,729	
	Íleo								
Ração basal	0,62	0,12	0,37	0,87	0,00	0,44	1,25 ^a	0,12 ^b	0,69
APC I + OF	0,87	0,25	0,56	0,00	0,00	0,00	0,25 ^b	0,37 ^{ab}	0,31
APC II + OF	0,14	0,37	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00 ^b	0,37 ^{ab}	0,19
OF	0,88	0,25	0,57	0,00	0,00	0,00	1,00 ^{ab}	1,62 ^a	1,31
Média	0,63	0,25		0,22	0,00		0,63	0,62	
CV, %		45,33			16,82			47,19	
Dieta x desafio		0,966			0,104			0,07	

FONTE: O autor (2016).

APC: antibiótico promotor de crescimento (I: salinomicina, II: enramicina), OF: óleos funcionais.

Letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna ($p < 0,05$) e letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha ($p < 0,05$).

Para o desafio sanitário, os resultados foram contraditórios, pois as aves que receberam dieta controle sem a adição de óleos funcionais, promotores ou anticoccidianos, apresentaram menor quantidade de petéquias. Esse resultado pode ter sido influenciado por outras variáveis não controladas no estudo, uma vez que o desafio se mostrou eficiente em afetar o desempenho das aves e em alterar a morfometria intestinal, uma vez que a ação das coccídeas nas células epiteliais leva a modificações na estrutura celular e pode resultar no surgimento de inflamações crônicas na mucosa intestinal.

Resultados diferentes foram encontrados por Bona et al. (2012) que avaliaram a inclusão de um composto vegetal a base de óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta vermelha em frangos de corte. Os autores não observaram diferenças nas avaliações de enterites inespecíficas após a inoculação de eimerias entre os tratamentos com extratos vegetais e o tratamento com avilamicina. Entretanto, para lesões de *E. maxima* e *E. tenella*, as aves dos tratamentos com avilamicina e composto vegetal apresentaram significativa redução em severidade, com relação ao tratamento controle sem a adição de aditivos.

Da mesma forma, Murakami et al. (2014) forneceram óleos funcionais a base de óleos extraídos da mamona e da casca da castanha do caju e observaram menor índice de lesão na mucosa intestinal do duodeno e do ceco em aves desafiadas com coccidiose e concluíram que o composto pode funcionar como um anticoccidiando alternativo.

CONCLUSÕES

O desafio intestinal proporcionado pela exposição das aves a cama de baixa qualidade foi eficiente em piorar o desempenho das aves e em diminuir a capacidade proliferativa de reparo da mucosa intestinal.

O desafio intestinal não foi intenso suficiente para aumentar a expressão gênica das citocinas inflamatórias.

A suplementação de óleos funcionais associados ou não com promotor de crescimento e anticoccidiano não alterou o desempenho produtivo das aves, nem a morfometria da mucosa intestinal.

A suplementação de óleos funcionais associados ou não com promotores e anticoccidianos necessita de mais pesquisas para um melhor entendimento sobre os efeitos no trato gastrointestinal de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

AVISITE. O frango no mundo em 2016. Revista Avisite, n.99, 2016.

AKBARIAN, A.; GOLIAN, A.; KERMANSHAHI, H.; FARHOOSH, R.; RAJI, A. R. DE SMENT, S.; MICHIEL, J. Growth performance and gut health parameters of finishing broilers supplemented with plant extracts and exposed to daily increased temperature. Spanish Journal of Agricultural Research, v.11, n.1, p.109-119, 2013.

AMAD, A.A.; WENDLER, K.R.; ZENTEK, J. Effects of a phytogenic feed additive on growth performance, selected blood criteria and jejunal morphology in broiler chickens. Animal Science, Penicuik, v.25, n.7, p.549-554, 2013.

APPLEGATE, T.J.; KLOSE, V.; STEINER, T.; GANNER, A.; SCHATZMAYR, G. Probiotics and phytogenics for poultry: Myth or reality?. Journal of Applied Poultry Research, v.19, n.2, p.194-210, 2010.

AREND, W.P. Interleukin 1 receptor antagonist. A new member of the interleukin 1 family. Journal of Clinical Investigation, v.88, n.5, p.1445-1451, 1991.

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.109-114, 2008.

BAR-SHIRA, E.; FRIEDMAN, A. Development and adaptations of innate immunity in the gastrointestinal tract of the newly hatched chick. Developmental e Comparative Immunology, v.30, n.10, p.930-941, 2006.

BESS, F.; FAVERO, A.; VIEIRA, S.L.; TORRENT, J. The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. Poultry Science, v.21, n.3, p.567-578, 2012.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.75-95, 2002.

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

BRACARENSE, A.P.; LUCIOLI, J.; GRENIER, B.; DROCIUNAS PACHECO, G.; MOLL, W.D.; SCHATZMAYR, G.; OSWALD, I.P. Chronic ingestion of deoxynivalenol and fumonisin, alone or in interaction, induces morphological and immunological changes in the intestine of piglets. British Journal of Nutrition, v.107, n.12, p.1776-1786, 2012.

- CRESSMAN, M.D.; YU, Z.; NELSON, M.C.; MOELLER, S.J.; LILBURN, M.S.; ZERBY, H.N. Interrelations between the microbiotas in the litter and in the intestines of commercial broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, v.76, n.19, p.6572-6582, 2010.
- DINARELLO, C.A. Biologic basis for interleukin-1 in disease. *Blood*, v.87, n.6, p.2095-2147, 1989.
- DORMAN, H.J.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, v.88, n.2, p.308–316, 2000.
- DU, E.; WANG, W.; GAN, L.; LI, Z.; GUO, S.; GUO, Y. Effects of thymol and carvacrol supplementation on intestinal integrity and immune responses of broiler chickens challenged with *Clostridium perfringens*. *Journal of animal science and biotechnology*, v.7, n.1, p.1, 2016.
- FORDER, R.E.; HOWARTH, G.S.; TIVEY, D.R.; HUGHES, R.J. Bacterial modulation of small intestinal goblet cells and mucin composition during early posthatch development of poultry. *Poultry Science*, v.86, n.11, p.396-403, 2007.
- FRANCO, L.G. Integridade intestinal na avicultura. Alliance, 2011.
- HONG J.; STEINER, T.; AUFY, A.; LIEN, T. Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers. *Livestock Science*, v.144, n.3, p.253-262, 2012.
- ITO, N.M.K.; MIYAJI, C.I.; LIMA, E.A.; OKABAYASHI, S. Saúde gastrointestinal, manejos e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: MENDES, A.A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*. Campinas: Facta, cap.13, p.207-215, 2004.
- ITOKAWA, H.; TOTSUKA, N.; NAKAHARA, K.; MAEZURU, M.; TAKEYA, K.; KONDO, M.; INAMATSU, M.; MORITA, H. A quantitative structure-activity relationship for antitumor activity of long-chain phenols from ginkgo biloba L. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, v.37, n.6, p.1619-1621, 1989.
- JERZSELE, A.; SZEKER, K.; CSIZINSZKY, R.; GERE, E.; JAKAB, C.; MALLO, J.J.; GALFI, P. Efficacy of protected sodium butyrate, a protected blend of essential oils, their combination, and *Bacillus amyloliquefaciens* spore suspension against artificially induced necrotic enteritis in broilers. *Poultry Science* v.91, n.4, p.837-843, 2012.
- JOHNSON, L. R. *Physiology of the gastrointestinal tract*. New York: Raven Press, v.1-2, p.1-909, p.1800, 1987.
- KISIELINSKI, K.; WILLIS, S.; PRESCHER, A.; KLOTERHALFEN, B.; SCHUMPELICK, V. A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. *Clinical and Experimental Medicine*, v.2, n.3, p.131-135, 2002.
- KRISHNAN, K.R.; BABUSKIN, S.; BABU, P.A.S.; SASIKALA, M.; SABINA, K.; ARCHANA, G.; SIVARAJAN, M.; SUKUMAR, M. Antimicrobial and antioxidant effects

of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, v.171, n.3, p.32-40, 2014.

KUBO, I.; NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial action of anacardic acids against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, n.26, p.7624-7628, 2003.

LANGHOUT, P. Alternativa ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: a visão da indústria e recentes avanços. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Anais: Facta, p. 21-33, 2005.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; DAHLKE, F.; BOLELI, I.C.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, v.12, n.4, p.483-492, 2003.

MAIORKA, E.; SANTIN, F.; DAHLKE, I.C.; BOLELI, R.L.; FURLAN, M.; MACARI, M. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, v.12, n.4, p.483-492, 2003.

MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.113-124, 2008.

MASLOWSKI, K.M.; MACKAY, C.R. Diet, gut microbiota and immune responses. *Nature Immunology*, v.12, n.1, p.5-9, 2011.

MCBRIDE, B.W.; KELLY, J.M. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. *Journal of Animal Science*, v.68, n.9, p.2997-3010, 1990.

MURAKAMI, A.E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. *Journal of Animal Science*, v.27, n.7, p.981-989, 2014.

MUROI, H.; KUBO, I. Antibacterial activity of anacardic acids and totarol, alone and in combination with methicillin, against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Bacteriology*, v.80, n.4, p.387-394, 1996.

NOVAK, A.F.; CLARK, G.C.; DUPUY, H.P. Antimicrobial activity of some ricinoleic and oleic acid derivatives. *Journal of the American Oil Chemists Society*, v.38, n.6, p.321-324, 1961.

OMEIRA, N.; BARBOUR, E.K.; NEHME, P.A.; HAMADEH, S.K.; ZURAYK, R.; BASHOUR, I. Microbiological and chemical properties of litter from different chicken types and production systems. *Science of the Total Environment*, v.367, n.1, p.56-162, 2006.

PERIĆ, L.; MILOŠEVIĆ, N.; ŽIKIĆ, D.; BJEDOV, S.; CVETKOVIĆ, D.; MARKOV, S.; MOHNL, M.; STEINER, T. Effects of Probiotic and Phytogetic Products on

Performance, Gut Morphology and Cecal Microflora of Broiler Chickens. *Archiv Tierzucht*, v.53, n.3, p.350-359, 2010.

QURESHI, M.A. Interação entre nutrição e o sistema imune e produtividade das aves. In: Conferência Apinco de ciência e Tecnologia Avícolas, 2002, Campinas, São Paulo. Anais, Campinas: FACTA, v.2, p.243-251, 2002.

RABENHORST, S.H.; BURINI, R.C.; SDHMITE, F.C.L. Marcadores da proliferação celular. *Revista Brasileira de Patologia Clínica*, Rio de Janeiro, v.29, n.1, p.24-29, 1993.

ROSTAGNO, M. H. 2011. Impacto da restrição de antimicrobianos na indústria avícola. Artigos Técnicos. [on line]. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MAavicultura/saude/artigos/impacto-restricao-antimicrobianos-industria-t454/165-p0.htm>. Acessada em: 23/07/2016.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 1 ed. Jaboticabal: Funep, p.283, 2007.

SAMANYA, M.; YAMAUCHI, K.E. Histological alterations of intestinal villi in chickens fed dried *Bacillus subtilis* var. natto. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.133, n.1, p.95-104, 2002.

SAS Institute, Inc. SAS user's guide: statistics. SAS Institute Inc., Cary, N.C, 2002.

SHANMUGASUNDARAM, R.; LILBURN, M.S.; SELVARAJ, R.K. Effect of recycled litter on immune cells in the cecal tonsils of chickens. *Poultry Science*, v.91, n.1, p. 95-100, 2012.

SILVA, M.A.; PESSOTTI, B.M.S.; ZANINI, S.F; COLNAGO, G.L.; NUNES, L.C.; RODRIGUES, M.R.A; FERREIRA, L. Óleo essencial de aroeira-vermelha como aditivo na ração de frangos de corte. *Ciência Rural*, v.41, n.4, p. 676-681, 2011.

SPEES, A.M.; LOPEZ, C.A.; KINGSBURY, D.D.; WINTER, S.E.; BAUMLER, A.J. Colonization resistance: battle of the bugs or Menage a Trois with the host? *Plos Pathogens*, v.9, n.11, 2013.

STEVENS, C.E.; HUME, I.D. Contributions of microbes in vertebrate gastrointestinal tract to production and conservation of nutrients. *Physiological Reviews*, v.78, n.2, p.393-425, 1998.

TARTAGLIA, L.A.; AYRES, T.M.; WONG, G.H.; GOEDDEL, D.V. A novel domain within the 55 kd TNF recep-tor signals cell death. *Cell*, v.74, n.5, p.845-853, 1993.

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

TSIRTSIKOS, P.; FEGEROS, K.; KOMINAKIS, A.; BALASKAS, C.; MOUNTZOURIS, K.C. Modulation of intestinal mucin composition and mucosal morphology by dietary phytogetic inclusion level in broilers. *Animal*, v.6, n.7, p.1049-1057, 2012.

UNI, Z., PLATIN, R., SKLAN, D. Cell proliferation in chicken intestinal epithelium occurs both in the crypt and along the villus. *Journal of Computational Physics*, v.168, n.4, p.241-247, 1998.

VARELLA, P.P.V.; FORTE, W.C.N. *Revista Brasileira de alergologia e imunopatologia*, v.24, n.4, p.146-154, 2001.

VIEIRA, C.; FETZER, S.; SAUER, S.K.; EVANGELISTA, S.; AVERBECK, B.; KRESS, M.; REEH, P.W.; CIRILLO, R.; LIPPI, A.; MAGGI, C.A.; MANZINI, S. Pro- and anti-inflammatory actions of ricinoleic acid: similarities and differences with capsaicin. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol*, v.364, n.2, p.87-95, 2001.

VUKIĆ-VRANJEŠ, M.; TOLIMIR, N.; VUKMIROVIĆ, D.; ČOLOVIĆ, R.; STANAČEV, V.; IKONIĆ, P.; PAVKOV, S. Effect of phytogetic additives on performance, morphology and caecal microflora of broiler chickens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, v.29, n.2, p.311-319, 2013.

WANG, L.; LILBURN, M.; ZHONGTANG, Y. Intestinal Microbiota of Broiler Chickens As Affected by Litter Management Regimens. *Frontiers in Microbiology*, v.7, p.593, 2016.

YIN, Y.; LEI, F.; LIYING, Z.; LI, S.; WU, Z.; ZHANG, R.; GAO, G. F.; ZHU, B.; WANG, X. Exposure of different bacterial inocula to newborn chicken affects gut microbiota development and ileum gene expression. *Isme Journal*, v.4, n.3, p.367-376, 2010.

4 CONCLUSÕES GERAIS

A substituição dos promotores de crescimento nas dietas das matrizes pesadas por óleos funcionais é uma alternativa viável e pode ser utilizada em ampla escala produtiva, desde que associada a boas práticas de manejo, nutrição e biossegurança. Os efeitos dos óleos funcionais em substituição aos promotores de crescimento vão além do efeito antimicrobiano e podem garantir maior estabilidade oxidativa metabólica para a matriz e também para o ovo. Esses efeitos antioxidantes podem ter relação direta com a melhor fertilidade, eclosão, eclodibilidade e com a produção de pintinhos de melhor qualidade.

A suplementação com óleos funcionais na dieta materna e na dieta da progênie proporcionam desempenho produtivo semelhante na progênie em comparação ao uso de promotores de crescimento e não há perdas econômicas com a retirada dos promotores em condições de baixo desafio sanitário. Da mesma forma, a qualidade da carne não é afetada pela substituição dos promotores de crescimento e aves provenientes de matrizes suplementadas com óleos funcionais podem apresentar ganhos no peso de carcaça, no peso de coxa e na estabilidade oxidativa metabólica.

A suplementação de óleos funcionais associados ou não com promotor de crescimento e anticoccidiano não alterou o desempenho produtivo das aves, nem a morfometria da mucosa intestinal e mais pesquisas são necessárias para um melhor entendimento dos efeitos destes aditivos, principalmente em aves criadas em condições comerciais de desafio sanitário.

5 REFERÊNCIAS

- ADAMS, C. A. *Nutricines: food components in health and nutrition*. Nottingham: Nottingham University Press, cap.2: Oxidation and oxidants, p.11-32, 1999.
- AITKEN, R. J. Free radicals, lipid peroxidation and sperm function. *Reproduction, Fertility and Development*, v.7, n.4, p.659-668, 1995.
- ANDRADE, T.J.A.S.; ARAÚJO, B.Q.; CITÓ, A.M.G.L.; SILVA, J.; SAFFI, J.; RICHTER, M.F.; FERRAZ, A.B.F. Antioxidant properties and chemical composition of technical Cashew Nut Shell Liquid (tCNSL). *Food Chemistry*, v. 126, p.1044-1048, 2011.
- APPLEGATE, T.J.; KLOSE, V.; STEINER, T.; GANNER, A.; SCHATZMAYR, G. Probiotics and phytochemicals for poultry: Myth or reality?. *Journal of Applied Poultry Research*, v.19, n.2, p.194–210, 2010.
- ARAUJO, L.F.; RODRIGUEIRO, R.J.B.; ARAUJO, C.S.S.; RADEMACHER, M. Efeito do ácido guanidinoacético em matrizes pesadas e o desempenho das progêneses. *Revista Produção Animal – Avicultura*, 2013.
- AVISITE. O frango no mundo em 2016. *Revista Avisite*, n.99, 2016.
- BELTRÃO, N.E.M. Torta de mamona (*Ricinus communis* L.): fertilizante e alimento. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2002. 6p. (EMBRAPA Algodão. Comunicado técnico, 171) 2002.
- BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A.V.; FRASER, G.R.; COLOMBATTO, D.; MCALLISTER, T.A.; BEAUCHEMIN, K.A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, v.145, n.1-4, p.209-228, 2008.
- BESS, F.; FAVERO, A.; VIEIRA, S.L.; TORRENT, J. The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. *Poultry Science Association*, v.21, n.3, p.567-578, 2012.
- BISWAS, A.; MOHAN, J.; SASTRY, KVH. Effect of higher dietary vitamin E concentrations on physical and biochemical characteristics of semen in Kadaknath cockerels. *Brazilian Journal Poultry Science*, v.50, n.6, p.733-738, 2009.
- BOARO, M. Morfofisiologia do trato intestinal. In: Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas, p.262-274, Facta: Campinas, 2009.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A.; STRINGHETA, P.C. Stability of copigmented anthocyanins from *Panicum elinis* toward light and oxygen at different pH. *Bulletin Liaison-Groupe Polyphénols*, v. 16, p.241-244, 1992.
- BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). *Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.75-95, 2002.

- BOTSOGLOU, N.A.; FLOROU-PANERI, P.; CHRISTAKI, E.; FLETOURIS D.J.; SPAIS, A.B. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, v.43, n.2, p.223–230, 2002.
- BOZIN, B.; MIMICA-DUKIC, N.; SAMOJLIK, I.; JOVIN, E. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.55, n.19, p.7879-7885, 2007.
- BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, v.158, n.1-2, p.1-14, 2010.
- BRUZUAL, J.J.; PEAK, S.D.; BRAKE, J.; PEEBLES, E.D Effects of relative humidity during the last five days of incubation and brooding temperature on performance of broiler chicks from young broiler breeders. *Poultry Science*, v.79, p.1385-1391, 2000.
- BUNGE, J. Pilgrim's: No antibiotic for 25% of its chickens. In: <http://www.marketwatch.com/story/pilgrims-no-antibiotic-for-25-of-itschickens-2015-04-20> Published: Apr 20, 2015 5:19 p.m. ET. Página acessada em 10/10/2016.
- BUTAYE, P.; DEVRIESE, L.A.; HAESEBROUCK, F. Antimicrobial growth promoters used in animal feed: Effects of less well know antibiotics on Gram positive bacteria. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 16, n.2, p.175-188, 2003.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, v.90, n.6, p.2580-2595, 2007.
- CASTANON, J.I.R. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*, v.86, n.11, p.2466-2477, 2007.
- CATALAN, A.A.S.; GOPINGER, E.; LOPES, D.C.N.; GONÇALVES, F.M.; ROLL, A.A.P.; XAVIER, E.G.; AVILA, V.S.; ROLL, V.F.B. Aditivos fitogênicos na nutrição animal: Panax ginseng. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. p.15-22, 2012.
- CHANDER, Y.; GUPTA, S.C.; GOYAL, S.M.; KUMAR, K. Antibiotics: Has the magic gone? *Journal Science Food Agriculture*, v.87, p.739-742, 2007.
- CHILANTE, R.B.; KUSSAKAWA, K.C.K.; FLEMMING, J.S. Efeitos da utilização de óleos essenciais na alimentação de aves matrizes pesadas. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v.10, n.4, p.387-394, 2012.
- CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN (NRC, EUA). Crean resistencia los antibióticos? *Industria Avícola*, v.46, n.3, p. 42 - 46, 1999.
- DESZCZ, L.; KOZUBEK, A. Inhibition of soybean lipoxygenases by resorcinolic lipids from cereal bran. *Cellular & Molecular Biology Letters*, v.2, n.2, p.213–222, 1997.
- DIBNER, J.J.; RICHARDS, J.D. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. *Poultry Science*, v.84, p.634, 2005.

DU, H.; E LI, H. Antioxidant effect of Cassia essential oil on deep-fried beef during the frying process. *Meat Science*, v.78, n.4, p.461-468, 2008.

FASSEAS, M.K.; MOUNTZOURIS, K.C.; TARANTILIS, P.A.; POLISSIOU, M.; ZERVAS, G. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry*, v.106, n.3, p.1188-1194, 2007.

FERNANDES, J.I.M; BORTOLUZZI, C.; KOSMANN, R.C.; GOTTARDO, E.T.; FERNANDES, N.L.M Suplementação dietética de levedura de cerveja e de minerais orgânicos sobre o desempenho e resposta imune em frangos de corte desafiados com a vacina de coccidiose. *Ciência Rural*, v.43, n.8, p.1496-1502, 2013.

FERREIRA, P.B. Cantaxantina e 25-hidroxicolecalciferol e seus efeitos sobre os aspectos reprodutivos de galos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS: Prêmio Lamas, Porto Alegre, Anais FACTA, 2010.

FRANZ, C.; NOVAK, J. Sources of Essential Oils. In: BASER, K.H.C.; BUCHBAUER, G. *Handbook of Essential Oils, Science, Technology and Applications*. CRC Press, p.39-82, 2010.

GABRIEL JR, C.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; FERNANDES, J.B.K.; NEME, R.; LIMA, A.L.G.; NARUMOTO, R. Extrato de pomelo (*Citrus maxima*) como aditivo em rações para frangos de corte. *ARS Veterinária*, v.25, n.2, p.84-89, 2009.

HUANG, B.; HE, J.; BAN, X.; ZENG, H.; YAO, X.; WANG, Y.; Antioxidant activity of bovine and porcine meat treated with extracts from edible lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizome knot and leaf. *Meat Science*, v.87, n.1, p.46-53, 2011.

ITO, N.M.K.; MIJAYI, C.I.; LIMA, E.A.; OKABAYASKI, S. Produção de frangos de corte. *FACTA, Fundação Apinco de Ciências e tecnologias Avícolas*, cap.13, p.207-215, 2004.

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

JANG, I. S.; KO, Y.H.; KANG, S.Y.; LEE, C.Y. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v.134, n.3-4, p. 304-315, 2007.

JIROVETZ, L.; BUCHBAUER, G.; STOILOVA, I.; STOYANOVA, A.; KRASTANOV, A.; SCHMIDT, E. Chemical composition and antioxidant properties of clove leaf essential oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.54, n.17, p.6303-6307, 2006.

JOHNSON, L.R. *Physiology of gastrointestinal tract*. New York: Raven, p.1800, 1987.

- KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. Special: Alternatives to antibiotics. *The International Journal on Feed, Nutrition and Technology*, p.19-21, 2000.
- KIM, B.C.; RYU, Y.C.; CHO, Y.J.; RHEE, M.S. Influence of dietary α -Tocopheryl acetate supplementation on cholesterol oxidation in retail packed chicken meat during refrigerated storage. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, v.70, n.4, p.808-814, 2006.
- KORB, A.; NAZARENO, E.R.; COSTA, L.D.; NOGUEIRA, K.S.; DALSENTER, P.R.; TUON, F.F.V.; POMBA, M.C. Tipagem molecular e resistência aos antimicrobianos em isolados de *Escherichia coli* de frangos de corte e de tratadores na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.35, n.3, p.258-264, 2015.
- KOZUBEK, A.; TYMAN, J.H.P. Resorcinolic lipids, the natural non-isoprenoid phenolic amphiphiles and their biological activity. *Chemical Reviews*. v.99, n.1, p.1-26, 1999.
- KRISHNAN, K.R.; BABUSKIN, S.; BABU, P.A.S.; SASIKALA, M.; SABINA, K.; ARCHANA, G.; SIVARAJAN, M.; SUKUMAR, M. Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, v.171, n.3, p.32-40, 2014.
- KUBO, I.; MUROI, H.; HIMEJIMA, M.; YAMAGIWA, Y.; MERA, H.; TOKUSHIMA, K.; OHTA, S.; KAMIKAWA, T. Structure-antibacterial activity relationships of anacardic acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.41, p.1016-1019, 1993.
- KUBO, I.; MASUOKA, N.; HA, T.J.; TSUJIMOTO, K. Antioxidant activity of anacardic acids. *Food Chemistry*, v.99, p.555-562, 2006.
- LEWIS, Y. S. *Spices and herbs for the food industry*. Orpington: Food Trade Press, 1984.
- LÓPEZ, C.A.A.; LIMA, K.R.S.; MANNO, M.C.; TAVARES, F.B.; FERNANDES NETO, D.L.; JESUS, M.L.C.; VIANA, M.A.O.; FONSECA, L.A.B. Effects of cashew nut shell liquid (CNSL) on the performance of broiler chickens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.4, p.1027-1035, 2012.
- LUBI, M.C.; THACHIL, E.T. Cashew nut shell liquid (CNSL)-a versatile monomer for polymer synthesis. *Designed Monomers and Polymers*, v.3, n.2, p.123-153, 2000.
- LUCHESE, L.; GARCEZ, E.M.; SALVADOR, M.; PASQUALOTTO, E. B.; PASQUALOTTO, F. F. A influência das espécies reativas de oxigênio na infertilidade masculina. *Reprodução e climatério*, v.22, p.7-14, 2007.
- MAIORKA, A.; SANTIN, E.; DAHLKE, F.; BOLELI, I.C.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, v.12, n.4, p.483-492, 2003.

MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2ª ed. p. 113-120. Jaboticabal: FUNEP/UNESP. 2008.

MALAYOĞLU, H.B.; ÖZKAN, S.; KOÇTÜRK, S.; OKTAY, G.; ERGÜL, M. Dietary vitamin E (α -tocopheryl acetate) and organic selenium supplementation: performance and 94 antioxidant status of broilers fed n-3 PUFA-enriched feeds. South African Journal of Animal Science, v.39, n.4, p.274-285, 2009.

MAPA. Tabela de aditivos antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas com uso autorizado na alimentação animal, Aditivos autorizados, 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 Instituição Adolfo Lutz, v.68, n.1, p. 1-11, 2009.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. Plantas medicinais. Editora UFV, p.220, 2000.

MAZZETTO, S.E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. Química Nova, v.32, n.3, p.732-741, 2009.

MCBRIDE, B.W.; KELLY, J.M. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. Journal of Animal Science, v.68, n.9, p.2997-3010, 1990.

MCDOWELL, L. R. Vitamin in animal nutrition: comparative aspect to human nutrition. Washington: Academic. p.486, 1989.

MISHRA, P.K. Phytobiotics: an alternative to antibiotic growth promoters. 2014. Artigos Técnicos. [on line]. Disponível em: <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/phytobiotics-alternative-antibiotics-growth-t3185/141-p0.htm>. Acessada em: 23/07/2016.

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

MOTA, R. A.; SILVA, K.P.C.; FREITAS, M.F.L.; PORTO, W.J.N.; SILVA, L.B.G. Utilização indiscriminada de antimicrobianos e sua contribuição à multirresistência bacteriana. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v.42, n.6, p.465-470, 2005.

MOUNTZOURIS, K.C.; PARASKEVAS, V.; TSIRTSIKOS, P.; PALAMIDI, I.; SCHATZMAYR, G.; FEGEROS, K. Assessment of a phytogenic feed additive effect on broiler growth performance, nutrient digestibility and caecal microflora composition. Animal Feed and Science Technology, v.168, n.3-4, p.223-231, 2011.

MURAKAMI, A.E.; RODRIGUEIRO, R.J.B.; SANTOS, T.C.; OSPINA I.C.; RADEMACHER, M. Ácido guanidinoacético sobre os índices reprodutivos das aves

domésticas utilizando 39 matrizes de codornas para corte como modelo animal. Informe Evonik Degussa Brazil, p.35, 2013.

MURAKAMI, A.E.; SANTOS, T.C.; FERNANDES, J.I.M.; MARTINEZ, A.C.; Bortoluzzi, C. Desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de frangos de corte com dietas suplementadas em vitamina E e óleo de soja e de peixe. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.37, n.3, p.285-294, 2013.

MURAKAMI, A. E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. Journal of Animal Science, v.27, n.7, p.981-989, 2014.

NABUURS, M.J.A. Microbiological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. Pig News and Information, v.16, p.93-97, 1995.

NAGABHUSHSA, K.S.; ASH, V.N.; RAVINDRANATH, V. Seletive ionophoric properties of anacardic acid. Journal Natural Produced, v.58, n.5, p.807-810, 1995.

NIJTEN, R.; LONDON, N.; VAN DEN BOGAARD, A.E.; STOBBERINGH, E. Antibiotic resistance of enterobacteriaceae isolated from the fecal flora of fattening pigs. Veterinary Quarterly, v.15, n.4, p.152-157, 1993.

OSMARI, M.P.; MATOS, L.F.; SALAB, B.L.; DIAZ, T.G.; GIOTTO, F.M. Líquido da casca da castanha de caju: características e aplicabilidades na produção animal. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, v.9, n.3, p.143-149, 2015.

PANDINI, J.A.B.; PINTO, F.G.S.; MULLER, J.M.; WEBER, L.D.; MOURA, A.C. Ocorrência e perfil de resistência antimicrobiana de sorotipos de Salmonella spp. isolados de aviários do Paraná, Brasil. Arquivo do Instituto Biológico, v.20, n.10, p.1-6, 2014.

PEREIRA, R.J.; CARDOSO, M.G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v.3, n.4, p.146-152, 2012.

PESSANHA, R.P.; GONTIJO FILHO, P.P. Uso de antimicrobianos como promotores de crescimento e resistência em isolados de Escherichia coli e de Enterobacteriaceae lactose-negativa da microflora fecal de frangos de corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.53, n.1, p.111-115, 2001.

PRESSMAN, B.C. Ionophorus antibiotics as models for biological transport. Federation Proceedings, v.27, p.1283-1288, 1968.

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

ROSA, A.P.; SCHER, A.; SORBARA, J.O.B.; BOEMO, L.S.; FORGIARINI, J.; LONDERO, A. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeders. Poultry Science, v.91, n.3, p.660-666, 2012.

ROSS, D.; MOLDEUS, P. Antioxidant defense systems and oxidative stress. In Vigo-Pelfrey C: Membrane lipid oxidation. Boca Raton, CRC Press, v.54, p.151-170, 1991.

ROSTAGNO, M. H. 2011. Impacto da restrição de antimicrobianos na indústria avícola. Artigos Técnicos. [on line]. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MAavicultura/saude/artigos/impacto-restricao-antimicrobianos-industria-t454/165-p0.htm>. Acessada em: 23/07/2016.

SALEHA, A.A.; MYAING, T.T.; GANAPATHY, K.K.; ZULKIFLI, I.; RAHA, R.; ARIFAH, K. Possible effect of antibiotic-supplemented feed and environment on the occurrence of multiple antibiotic resistant *Escherichia coli* in chickens. *International Journal of Poultry Science*, v.8, n.1, p.28-31, 2009.

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

SCHER, A.; ROSA, A.P.; SORBARA, J.O.B.; DUARTE, V.; BOEMO, L.; VIEIRA, T.N.N. Efeitos da adição de HyD e Carophyll Red à dieta de matrizes de corte sobre a incubação artificial. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. Anais ... Campinas, SP: Facta, 2009. p.36

SCHMIDT, E. Production of essential oils. In: BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. *Handbook of Essential Oils: Science, Technology and applications*. CRC Press, Taylor & Francis Group, p.83-118, 2010.

SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.D.; YOUNG, R.J. *Nutrition of the chicken*. Ithaca: Scott, M.L and Associates. p.562, 1982.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química Nova*, v.22, p.94-103, 1999.

SILVA, E.N.; DUARTE, A. *Salmonella Enteritidis* em aves: Retrospectiva no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.4, n.2, p.85-100, 2002.

SILVA, M.A.; PESSOTTI, B.M.S.; ZANINI, S.F.; COLNAGO, G.L.C.; RODRIGUES, M.R.A.; NUNES, L.C.; ZANINI, M.S.; MARTINS, I.V.F. Intestinal mucosa structure of broiler chickens infected experimentally with *Eimeria tenella* and treated with essential oil of oregano. *Ciência Rural*, v.39, n.5, p. 471-1477, 2009.

SILVA, F.; FERREIRA S.; QUEIROZ, J.A.; DOMINGUES, F.C. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: its antibacterial activity and mode of action evaluated by flow cytometry. *Journal of Medical Microbiology*, n.60, n.1, p.1479-1486, 2011.

SURAI, P.F. Tissue-specific changes in the activities of antioxidant enzymes during the development of the chicken embryo. *British Poultry Science*, v.40, n.3, p.397-405, 1999.

SURAI, P.F. Natural Antioxidants and immunity. In: *Natural Antioxidants in avian Nutrition and reproduction*. 1 ed. Nottingham: Nottingham University Press, p.511-545, 2002.

- SURAI, A.P.; SURAI P.F.; STEINBERG W.; WAKEMAN W.G.; SPEAKE B.K.; SPARKS, N.H.C. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. *British Poultry Science*, v.44, n.4, p.612-619, 2003.
- TOYOMIZU, M.; OKAMOTO, K.; ISHIBASHI, T.; CHEN, Z.; NAKATSU, T. Uncoupling effect of anacardic acids from cashew nut shell oil on oxidative phosphorylation of rat liver mitochondria. *Life Science*, v.66, n.3, p.229-234, 2000.
- TRAESEL, C.K.; LOPES, S.T.A.; WOLKMER, P.; SCHMIDT, C.; SANTURIO, J.M.; ALVES, S.H. Óleos essenciais como substituintes de antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte: perfil de soroproteínas e peroxidação lipídica. *Ciência Rural*, v.41, n.2, p.278-284, 2011.
- TULLETT, S.C.; BURTON, F.G. Factors affecting the weight and water status of the chick at hatch. *British Poultry Science*, v. 23, p. 749-752, 1982.
- TURK, D.E. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. *Poultry Science*, v.61, n.7, p.1225-1244, 1982.
- UNI, Z.; GEYRA, A.; BEN HUR, H.; SKLAN, D. Small intestinal development in the young chick: crypt formation and enterocyte proliferation and migration. *British Poultry Science*, v. 41, n.5, p. 544- 551, 2000.
- VIEIRA, S.L.; MORAN JR, E.T. Broiler yields using chicks from extremes in breeder age and dietary propionate. *Journal of Applied Poultry Research*, v.7, p.320-327, 1998.
- VIEIRA, C.; FETZER, S.; SAUER, S.K. Pro- and antiinflammatory actions of ricinoleic acid: Similarities and differences with capsaicin. *Naunyn Schmiedeberg's Archives Pharmacology*, v.364, n.2, p.87-95, 2001.
- WALLACE, R.J. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.63, n.4, p.621-629, 2004.
- WATTAGNET Obama plan aims at growth-promoting antibiotics in: http://www.wattagnet.com/PT/Obama_aims_to_end_growthpromoting_animal_antibiotic_use/?eid=89905017&bid=1038235 Mar 27, 2015. Página acessada em 09/10/2016.
- WEIR, C.P.; ROBAIRE, B. Spermatozoa have decreased antioxidant enzymatic capacity and increased reactive oxygen species production during aging in the brown Norway rat. *Journal of Andrology*, v28, n.2, p.229-240, 2007.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. The medical impact of antimicrobial use in farm animals. WHO/EMC/ZOO/97.4, Report of a WHO Meeting, Berlim, Germany, 13-14 October, p.1-24, 1997.
- ZHANG, K.Y.; YAN, F.; KEEN, C.A.; WALDROUP, P.W. Evaluation of microencapsulated essential oils and organic acids in diets for broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, v.4, n.4, p.612-619, 2005.

ZHOU, F.; JI, B.; ZHANG, H.; JIANG, H.; YANG, Z.; LI, J.; LI, J.; YAN, W. The antibacterial effect of cinnamaldehyde, thymol, carvacrol and their combinations against the foodborne pathogen *Salmonella typhimurium*. *Journal of Food Safety*, v.27, p.124-133, 2000.