



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
DOUTORADO EM CIÊNCIA ANIMAL

AURORA DA SILVA MELO

**ALHO (*Allium sativum* L.) EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE EM SISTEMA
SEMICONFINADO**

MOSSORÓ

2018

AURORA DA SILVA MELO

ALHO (*Allium sativum* L.) EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE EM SISTEMA SEMICONFINADO

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade e produção animal

Orientador: Prof. Dr. Alex Martins Varela de Arruda

MOSSORÓ

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M528a Melo, Aurora da Silva.
ALHO (*Allium sativum* L.) EM RAÇÕES PARA FRANGOS
DE CORTE EM SISTEMA SEMICONFINADO / Aurora da
Silva Melo. - 2018.
101 f. : il.

Orientador: ALEX MARTINS VARELA DE ARRUDA.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2018.

1. *Allium sativum*. 2. Ambiente tropical. 3.
Eimeria spp.. 4. Frango "tipo caipira". 5.
Morfometria intestinal. I. DE ARRUDA, ALEX
MARTINS VARELA , orient. II. Título.

AURORA DA SILVA MELO

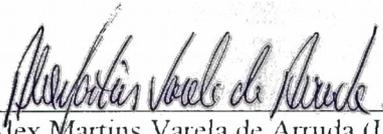
ALHO (*Allium sativum* L.) EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE EM SISTEMA SEMICONFINADO

Tese apresentada ao Doutorado Em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade e produção Animal

Defendida em: 26 /02 / 2018.

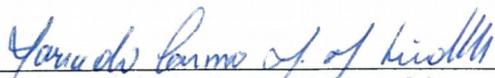
BANCA EXAMINADORA



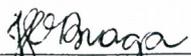
Prof. Dr. Alex Martins Varela de Arruda (UFERSA)
Presidente



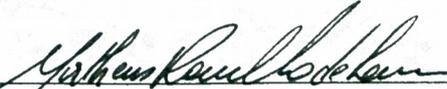
Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello (UFRPE)
Membro Examinador



Profª Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke (UFRPE)
Membro Examinador



Profª Dra. Juliana Fortes Vilarinho Braga (UFERSA)
Membro Examinador



Mathews Ramalho de Lima, Prof Dr. (UFSB)
Membro Examinador

A minha voinha Terezinha Maria de Jesus que me amou incondicionalmente e além de tudo, foi responsável por descascar metade do alho do experimento (In Memoriam).

A minha família que sem sua ajuda física e apoio psicológico nada disso seria possível.
Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Alex M. Varela de Arruda pela orientação durante todo esse período.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES pela bolsa de estudos durante o doutorado.

Agradeço a EMPARN pelo suporte financeiro e toda sua equipe, José Simplicio, Jorge, Alexandre, Florisvaldo e Mario Sérgio por tornarem minha estadia nos fins de semana mais amenas, em especial a Cizim e Galego por serem a força bruta nos momentos em que eu mais precisava.

Agradeço a meu companheiro, amigo e psicólogo pessoal Livio pela paciência, dedicação, ajuda em laboratório e nos problemas com computador, amo-te.

Agradeço a minha mãe Genilda, meu pai Toinho, meu irmão Solano, Minha avó Terezinha, meu avô José, meus primos Matheus e Raquel por toda a contribuição no processamento do alho, meus primos engenheiros, Laura e Leonardo por colocar a mão na massa no abate dos meus animais.

Agradeço em especial ao meu primo Rickson por ajudar em todos os processos do experimento com muita disposição em qualquer coisa mesmo não sabendo de nada da área, sem ele nada disso seria possível.

Agradeço e peço desculpa a todos que frequentaram a casa da minha mãe no período experimental que desde o portão sentiam o cheiro de alho e sempre recebiam o convite para juntar-se a nós no quintal no processo de descasca do alho.

Agradeço a Alex do Frango e o sua equipe por ter me acolhido em seu abatedouro e ter me ajudado em meu experimento.

À professora Ana Carla Diógenes por confiar a mim as chaves do seu laboratório, e dessa forma ter viabilizado tudo.

Agradeço ao Prof. José Domingues e o técnico do laboratório de histologia animal Sérvulo por ter disponibilizado a estrutura e reagentes para execução das análises histológicas.

Agradeço a Prof. Patricia Ligia e a técnica Naama por disponibilizar o Laboratório de Fisiologia da Pós colheita para análise dos compostos do alho e toda a disposição em ajudar.

Agradeço a Thyci e Jéssica pelo companheirismo.

Agradeço a presença e paciência das minhas enteadas Ana Júlia e Isabela durante o processo de finalização da tese, em especial a Ana Júlia que com apenas oito anos foi capaz de transformar minhas lágrimas em sorriso num momento de desespero com um simples beijinho no rosto e um “não se preocupe, vai dar tudo certo”

Agradeço a Banca Examinadora pelas contribuições no trabalho e compreensão no momento de marcação da defesa.

RESUMO

A utilização de alho como alternativa aos quimioterápicos possui destaque devido a presença de inúmeros compostos bioativos capazes de atuar como coccidiostático, promotor de crescimento e modulador do epitélio intestinal, com a vantagem de não demonstrar desenvolvimento de resistência aos agentes patogênicos, sua utilização torna-se atrativa para em rações para frangos. Objetivou-se avaliar a inclusão de bulbo de alho *in natura*, descascado e moído em rações para frango de corte criados em sistema semi-confinado no rendimento produtivo, no controle da infecção por *Eimerias*, morfometria do epitélio intestinal e rentabilidade econômica. No total, foram utilizados 600 frangos machos e fêmeas, com 42 dias de vida, com o experimento consistindo de cinco rações experimentais como tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em seis repetições. As rações foram a controle negativo sem coccidiostático (CN), controle positivo contendo coccidiostático ionóforo (CP) e dietas contendo bulbo de alho *in natura*, descascados e moído (AF) nos níveis de 1,5, 3,0 e 4,5%, AF1.5, AF3.0 e AF4.5, respectivamente, formuladas para duas fases de desenvolvimento, fase intermediária, dos 42 aos 74 dias e fase final dos 75 aos 107 dias de idade. A primeira parte do experimento consistiu em analisar as variáveis de desempenho produtivo, infecção por *Eimerias* e identificação das espécies por morfometria e viabilidade econômica considerando a produção em lote de sexo misto, com as 600 aves. Enquanto a segunda parte, refere-se a análise isolada do desempenho, infecção por *Eimerias* e identificação das espécies e morfometria intestinal de frangos machos, contendo 300 aves. Na fase intermediária foi observado aumento do consumo de ração no tratamento AF1.5 (112,5 g/ave/dia) e AF4.5 (117,6g/ave/dia), sendo semelhantes entre si, com redução no consumo de ração observados nos demais tratamentos. Na fase final não foram observados efeitos significativos no desempenho. Considerando o período total experimental, observou-se aumento do consumo de ração no AF4.5 (164,8 g/ave/dia) em comparação a AF3.0 (154,9 g/ave/dia) e CP (151,13 g/ave/dia), e semelhante a CN (155,8 g/ave/dia), sem diferenças estatísticas para as variáveis de ganho de peso e conversão alimentar. Maior rendimento da carcaça foi observado em AF3.0 (81,35%), e similar a AF4.5 (79,91%) e CN (80,32%). Para os rendimentos de peito, coxa, sobrecoxa, asa, fígado, coração, moela e gordura abdominal não foram observadas diferença entre os tratamentos, assim como não foi observado diferença significativa entre as rações com níveis de AF. Nenhuma ração experimental foi capaz de eliminar por completo a infecção por *Eimerias* nos frangos, havendo menor grau de infecção

nos frangos alimentados com rações AF1.5, AF3.0 e AF4.5 (4275, 2925 e 6850 unidade de oocistos) e coccidiostático (1300) nas dietas comparadas com a CN (8475). A AF3.0 foi eficaz contra *E. acervulina* (0,97%) e *E. praecox* (1,89%) na coleta inicial. Na coleta final, CP foi eficiente contra *E. acervulina* (0%) e *E. praecox* (1,92%). Os preços do quilo das rações foram proporcionais aos níveis de inclusão de alho, com CN e CP atingindo U\$\$ 0,303 e U\$\$ 0,304, respectivamente, e U\$\$ 0,457 para a maior inclusão de alho, AF4.5, resultando em menor rentabilidade econômica nas rações contendo AF, levando em consideração as variáveis de renda bruta média, margem bruta, índice de rentabilidade e ponto de equilíbrio. Deve-se levar em consideração que o preço do alho pode variar de acordo com região de cultivo e estação do ano, sendo a escolha da utilização em rações para frangos pautada nos benefícios do alho, com a inclusão de 3,0% de alho *in natura* descascado e moído propiciando melhores resultados para as variáveis de desempenho e o nível de 1,5% reduzindo o grau de infecção por *Eimeria*, permitindo melhor controle da infecção ao final do período experimental. Considerando a resposta isolada dos machos na segunda parte do experimento, foi observado maior consumo de ração em AF4.5 (162,66 g/ave/dia) e menor consumo para CP (150,41 g/ave/dia) e AF1.5 (151,43 g/ave/dia), observando resposta quadrática ao comparar somente os níveis de alho. O peso final foi afetado pela inclusão de alho nas rações, com CP obtendo maior peso final (3,9 kg) seguido pela AF4,5 (3,20 kg) e CN (3,21 kg), enquanto as dietas contendo menores teores de alho (AF1.5 e AF3.0) apresentaram peso final inferior às demais rações (3,17 e 3,07 kg, respectivamente). Foi observada menor quantidade de oocistos por grama de excreta de frangos no CP (3700), AF1.5 (3900) e AF3.0 (3900), seguido pelo AF4.5 (6450) e com maior quantidade de oocistos no CN (25850). Houve aumento na altura da vilosidade e a profundidade da cripta no duodeno, jejuno e íleo do AF3.0 (1201,7, 995,8, 774,8, respectivamente), com os menores valores sendo observados para AF4.5 (993,9, 966,9 e 446,8 µm), AF1.5 (1115,8, 981,2 e 542,2 µm) CP (979,6, 950,9 e 482,6 µm), CN (957,4, 776,6 e 500,9 µm). O alho *in natura* descascado e moído possui restrições quanto à capacidade de modular o epitélio intestinal quando há presença de infecções multiespecíficas por *Eimerias*. O nível de inclusão de 3,5% apresentou melhor capacidade imunoestimulante da mucosa epitelial, enquanto o nível de 1,5% foi mais eficaz na eliminação da infecção por *E. acervulina*, com o aumento dos níveis de alho nas rações há provável capacidade dos tratamentos em reduzir o grau de infecção por *E. maxima* em frangos de corte em sistema semi-confinado.

Palavras Chaves: *Allium sativum*; Ambiente tropical; *Eimeria spp.*; Frango “tipo caipira”;
Morfometria intestinal;

ABSTRACT

Use of garlic as alternative to chemotherapeutic is highlighted by the presence of numerous bioactive compounds capable of acting as coccidiostats, growth promoters and intestinal epithelial modulators, with the advantage of not demonstrating the development of resistance to pathogens, being attractive for broilers ration. The aimed of this study was to evaluate the inclusion of garlic bulb in natura, peeled and ground in broiler diets raised in a semi-confined system in productive yield, control of *Eimerias* infection, intestinal epithelial morphometry and economic profitability. In total, 600 male and female chickens were used, with 42 days of life. The experiment consisting of five experimental rations as treatments, distributed in a completely randomized design in six replicates. The rations were negative control without coccidiostat (CN), positive control containing coccidiostatic ionophore (CP) and diets containing fresh, peeled and milled garlic bulbs (AF) at the levels of 1.5, 3.0 and 4.5%, AF1.5, AF3.0 and AF4.5, respectively, formulated for two phases of development, intermediate phase, from 42 to 74 days, and final phase from 75 to 107 days of age. The first part of the experiment consisted in analyzing the variables of productive performance, infection by *Eimerias* and identification of the species by morphometry and economic viability considering mixed production with 600 broilers. While the second part, refers to the isolated analysis of the performance, infection by *Eimerias* and identification of the species and intestinal morphometry of male chickens, containing 300 birds. In the intermediate phase, high feed intake was observed in the AF1.5 treatment (112.5 g/bird/day) and AF4.5 (117.6 g/bird/day), being similar to each other, with a reduction in feed intake observed in the other treatments. No significant effects on performance were observed at the final stage. Considering the total experimental period, was observed an increase in feed intake in AF4.5 (164.8 g bird/day) compared to AF3.0 (154.9 g/bird/day) and CP (151.13 g/bird/day), and similar to CN (155.8 g/bird/day), without statistical differences for the variables of weight gain and feed conversion. Higher carcass yield was observed in AF3.0 (81.35%), and similar to AF4.5 (79.91%) and CN (80.32%). For the yields of breast, thigh, drumstick, wing, liver, heart, gizzard and abdominal fat, no differences were observed between the treatments, as well as no difference in comparing only the levels of inclusion of garlic. No experimental ration was able to completely eliminate the *Eimerias* infection in the broilers. There was a lower infection rate in broilers fed AF1.5, AF3.0 and AF4.5 (4275, 2925 and 6850 units of oocysts) and coccidiostatic (1300), compared to CN (8475). AF3.0 was effective against *E. acervulina* (0.97%) and *E. praecox* (1.89%) in the first collect. In the final collect, CP was

efficient against *E. acervulina* (0%) and *E. praecox* (1.92%). The prices of the kilo of the rations were proportional to the inclusion levels of garlic, with CN and CP reaching U \$\$ 0.303 and U \$\$ 0.304, respectively, and U \$\$ 0.457 for the greater inclusion of garlic, AF4.5, resulting in lower economic profitability in feed containing AF, taking into account the variables of average gross income, gross margin, profitability index and balance point. The price of garlic may vary according to the region of cultivation and season of the year, with the choice of use in broilers' ration based on the benefits of garlic, with the inclusion of 3.0% best results for the performance variables and the level 1.5% reducing the degree of infection by *Eimeria*, allowing a better control of the infection at the end of the experimental period. Considering the male response in the second part of the experiment, higher feed intake was observed in AF4.5 (162.66 g/bird/day) and lower intake for CP (150.41 g/bird /day) and AF1.5 (151.43 g/bird/day), observing quadratic response when comparing only the levels of garlic. The final weight was affected by the inclusion of garlic, with CP obtaining a higher final weight (3.9 kg) along with AF4.5 (3.20 kg) and CN (3.21 kg), while diets AF1.5 and AF3.0 presented lower final weight than the other rations (3.17 and 3.07 kg, respectively). It was observed a lower amount of oocysts per gram of broilers' excreta in CP (3700), AF1.5 (3900) and AF3.0 (3900), while AF4.5 (6450) and CN (25850) presented higher amount of oocysts. There was an increase in villi height and crypt depth in the duodenum, jejunum and ileum of AF3.0 (1201.7, 995.8, 774.8, respectively), with the lowest values observed for AF4.5 (993, 9, 966.9 and 446.8 μm) and AF1.5 (1115.8, 981.2 and 542.2 μm), CP (979.6, 950.9 and 482.6 μm), CN (957.4 , 776.6 and 500.9 μm) presented lower. Garlic *in natura*, peeled and ground has restrictions on modulate the intestinal epithelium when there is presence of multispecific infections by *Eimerias*. The inclusion level of 3.5% showed a better immunostimulating capacity of the epithelial mucosa, whereas the 1.5% level was more effective in the elimination of *E.acervulina* infection, with the increase of the levels of garlic in the rations treatments reducing the degree of *E.maxima* infection in broilers in a semi-confined system.

Key words: *Allium Sativum*; *Eimeria spp.*; Free range broilers; Intestinal morphometry; Tropical environment;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Compostos vegetais atuando sobre diferentes estágios do ciclo de vida das Eimerias.....	26
Figura 2	- Espécies de Eimerias identificadas no experimento: A: <i>E. acervulina</i> ; B: <i>E. maxima</i> ; C: <i>E. mitis</i> ; D: <i>E. mivati</i> ; E: <i>E. necatrix</i> ; F: <i>E. praecox</i>	57
Figura 3	- Fotomicrografia do duodeno de frangos de corte de acordo com as rações experimentais, A: CN; B: AF1.5; C: AF3.0; D:AF4.5; E:CP. Setas indicam as vilosidades. Barra :100 µm.....	86
Figura 4	- Fotomicrografia do jejuno de frangos de corte de acordo com as rações experimentais, A: CN; B: AF1.5; C: AF3.0; D:AF4.5; E:CP. Setas indicam as vilosidades. Barra :100 µm.....	89
Figura 5	- Fotomicrografia do íleo de de frangos de corte de acordo com as rações experimentais, A: CN; B: AF1.5; C: AF3.0; D:AF4.5; E:CP. Setas indicam as vilosidades. Barra :100 µm.....	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Ganho de peso de frangos de corte alimentados com rações experimentais durante as semanas	52
Gráfico2	– Consumo de ração de frangos de corte alimentados com rações experimentais durante as semanas	52
Gráfico3	– Conversão alimentar de frangos de corte alimentados com rações experimentais durante as semanas	53
Gráfico4	– Plotagem de dados observados e estimados do número de oocistos por grama de excretas de frangos alimentados com rações experimentais.....	56
Gráfico5	– Custo médio da ração por quilo de peso vivo ganho (U\$\$) em relação aos níveis de inclusão de alho (%)......	60
Gráfico6	– Custo médio da ração (U\$\$) em relação aos níveis de inclusão de alho (%)......	60
Gráfico7	– Ponto de equilíbrio em quilo de peso vivo (Kg) em relação aos níveis de inclusão de alho.	61
Gráfico8	– Margem bruta (U\$\$) em relação aos níveis de inclusão de alho (%)....	61
Gráfico9	– Índice de rentabilidade (%) em relação aos níveis de inclusão de alho (%)......	62
Gráfico10	– Consumo de ração médio de frangos (kg) em relação ao nível de inclusão de alho (%)......	81
Gráfico11	– Peso médio ao abate de frangos (kg) em relação ao nível de inclusão de alho (%)......	82
Gráfico12	– Altura de vilosidades do duodeno de frangos em função dos níveis de inclusão de alho (%)......	84
Gráfico13	– Profundidade de cripta do duodeno de frangos em função dos níveis de inclusão de alho (%)......	85
Gráfico14	– Altura de vilosidades do jejuno de frangos em função dos níveis de alho (%)......	87
Gráfico15	– Profundidade de cripta do jejuno de frangos em função dos níveis de alho (%)......	88
Gráfico16	– Relação vilosidade:cripta do jejuno de frangos em função dos níveis de alho (%)......	88
Gráfico 17	– Altura de vilosidades do íleo de frangos em função dos níveis de alho (%)	90
Gráfico 18	– Profundidade de cripta do íleo de frangos em função dos níveis de alho (%)......	91
Gráfico 19	– Relação vilosidade:cripta do íleo de frangos em função dos níveis de alho (%)......	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Levantamento de plantas e compostos bioativos que inibem o ciclo das Eimerias ou modulam o sistema imune de frangos de corte.....	25
Tabela 2	– Produtos contendo alho como matéria – prima disponíveis comercialmente para tratamento e prevenção de coccidiose.....	29
Tabela 3	– Ingredientes e composição nutricional da ração controle negativo....	44
Tabela 4	– Análise química do alho <i>in natura</i> , descascado e moído.....	49
Tabela 5	– Desempenho de frangos de corte alimentados com as rações experimentais no fase intermediária de crescimento (42 – 74).....	50
Tabela 6	– Desempenho de frangos de corte alimentados com as rações experimentais no período total (75 – 107 dias).....	50
Tabela 7	– Desempenho de frangos de corte alimentados com as rações experimentais no período total (42-107 dias).....	51
Tabela 8	– Rendimento de carcaça, cortes, fígado, coração, moela e gordura abdominal de frangos alimentados com rações experimentais.....	54
Tabela 9	– Contagem de oocistos por grama de excretas de frangos alimentados com rações experimentais.....	55
Tabela 10	– Frequência de espécies de Eimeria identificadas em excretas de frangos alimentados com rações experimentais.....	57
Tabela 11	– Viabilidade econômica de rações experimentais de acordo com o desempenho e rendimento da carcaça de frangos alimentados com rações experimentais.....	58
Tabela 12	– Ingredientes e composição nutricional da ração controle negativo....	76
Tabela 13	– Desempenho e consumo de ração de frangos alimentados com rações experimentais.....	80
Tabela 14	– Contagem de oocistos por grama de excretas de frangos e as respectivas frequências de espécies ao final do experimento.....	83
Tabela 15	– Morfometria duodenal de frangos de corte alimentados com rações experimentais.....	84
Tabela 16	– Morfometria jejunal de frangos de corte alimentados com rações experimentais.....	87
Tabela 17	– Morfometria ileal de frangos de corte alimentados com rações experimentais.....	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Bulbo de alho <i>in natura</i> , descascado e moído
CN	Ração controle negativo
CP	Ração controle positivo
AF1.5	Ração com 1,5% de alho
AF3.0	Ração com 3,0% de alho
AF4.5	Ração com 4,5% de alho
P	Probabilidade
EP	Erro padrão
CV	Coefficiente de variação
NIRS	Espectroscopia no infra vermelho próximo
REG	Análise de regressão
Lin	Regressão linear
Quad	Regressão quadrática

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem
U\$\$	Dólar americano
mg	Miligramma
kg	Quilograma
m ²	Metro quadrado

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA	
1.1	INTRODUÇÃO.....	20
1.2.	REFERENCIAL TEÓRICO	22
1.2.1	Ciclo da <i>Eimeria spp</i>	22
1.2.2	Controle profilático de Eimerias.....	23
1.2.3	Alho como melhorador de desempenho.....	27
1.2.4	Alho como anticoccidiano.....	28
1.2.5	Alho como recuperador e modulador do epitélio intestinal.....	30
	REFERÊNCIAS.....	32
	CAPÍTULO 2 . DESEMPENHO E CONTROLE DE INFECÇÃO POR EIMERIAS DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM BULBO DE ALHO <i>in natura</i>	
2.1	INTRODUÇÃO.....	40
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
2.2.1	Local e instalação.....	42
2.2.2	Dietas experimentais.....	43
2.2.3	Análises bromatológicas do alho <i>in natura</i>, descascado e moído.....	45
2.3.4	Animais e delineamento experimental.....	45
2.2.5	Desempenho e rendimento de carcaça.....	46
2.2.6	Contagem de oocistos por grama de excretas e identificação de Eimerias.....	46
2.2.7	Análise de viabilidade econômica.....	47
2.2.8	Análise estatística.....	48
2.3	RESULTADOS.....	48
2.3.1	Análises bromatológicas do alho <i>in natura</i>, descascado moído.....	48
2.3.2	Desempenho e rendimento de carcaça.....	49
2.3.3	Contagem de oocistos por grama de excretas e identificação de Eimerias.....	54
2.3.4	Análise de viabilidade econômica.....	58
2.4	DISCUSSÃO.....	62
2.5	CONCLUSÃO.....	66
	REFERÊNCIAS.....	66
	CAPÍTULO 3. ALHO COMO CONTROLADOR DE INFECÇÕES POR EIMERIAS E MODULADOR DE EPITÉLIO INTESTINAL	
3.1	INTRODUÇÃO.....	72
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	74
3.2.1	Local e instalação.....	74
3.2.2	Dietas experimentais.....	74
3.2.3	Animais e delineamento experimental.....	76
3.3.4	Análises químicas e bromatológicas do alho <i>in natura</i>, descascado moído.....	77
3.2.5	Desempenho	77
3.2.6	Contagem de oocistos por grama de excretas de frangos e identificação de Eimerias.....	78
3.2.8	Análise histológica.....	79
3.2.9	Análise estatística.....	79
3.3	RESULTADOS.....	80

3.3.1	Análises dos compostos do o alho <i>in natura</i> , descascado moído.....	80
3.3.2	Desempenho	80
3.3.3	Contagem de oocistos por grama de excretas de frangos e identificação de Eimerias.....	82
3.3.4	Análise histológica.....	83
3.4	DISCUSSÃO.....	93
3.5	CONCLUSÃO.....	95
	REFERÊNCIAS.....	96
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	100

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1.1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos a avicultura do “tipo caipira” foi vista pela sociedade e pesquisadores como alternativa de produção à avicultura tradicional, sendo o sistema de criação e alimentação descrito por Crabone et al. (2005) como principal fator relevante na decisão da compra pelo consumidor na obtenção de um produto de carne de frango “tipo caipira”. No entanto, atualmente produzir em um sistema de produção que respeita o bem estar animal e obtém produtos livres de substâncias quimioterápicas residuais, em especial antibióticos, não é exclusividade do sistema de produção semi-intensivo “tipo caipira”.

Com a redução no distanciamento da atividade “tipo caipira” em relação as outras atividades, fatores como menor eficiência produtiva devem ser contornados para tornar a atividade mais lucrativa e tornar-se atrativa tanto para o produtor como para o consumidor. Há pelo menos três principais fatores para a avicultura industrial atingir níveis altos de eficiência produtiva em pouco tempo, a utilização de linhagem de alto desempenho obtida através de melhoramento genético; nutrição de precisão, utilizando ingredientes e suplementos de alta qualidade na formulação de ração de mínimo custo que atendem o mais próximo possível as exigências das aves; e utilização de aditivos químicos antimicrobianos e/ou anticoccidianos em doses subterapêuticas na prevenção de bactérias e coccídeos patogênicos que promovem aumento da eficiência produtiva das aves de forma indireta.

De acordo com a legislação que regula a criação e produção de aves caipiras no Brasil, a linhagem utilizada na atividade deve ser de crescimento lento e para isso muitos avanços na área de melhoramento genético e exigências nutricionais devem ser realizados para atingir maior desempenho, porém com retorno mais demorado para o produtor. De forma imediatista, a utilização de promotores de desenvolvimento alternativos aos aditivos químicos, tais como fitoterápicos, podem ser utilizados na promoção do desempenho animal com eficácia

comprovada tanto na avicultura tradicional como em aves de crescimento lento (Bona et al., 2012; Sprenger et al., 2015).

A utilização de alternativas aos quimioterápicos no controle de doenças, como a coccidiose, permite não só atender as exigências da legislação, como reduzir os efeitos dos parasitas no intestino das aves, atuar como fitoterápicos resultando em benefícios como manutenção da integridade das mucosas, modulando a microbiota intestinal, favorecendo a saúde animal e consequente promoção do desenvolvimento (Kettunen et al., 2015). De acordo com Kostadinovic et al. (2015) os suplementos botânicos ainda não demonstraram desenvolvimento de resistência aos agentes patogênicos coccidianos, tornando-os apropriados para aplicação em dietas de frango.

O alho pode atuar no controle e/ou tratamento da coccidiose causada por *Eimeria spp*, no entanto, há necessidade de adequação dos níveis ideais para cada espécie e sistema de produção (Ahmad et al., 2013). A utilização de alho em dietas para frangos pode ser realizada com inclusão do alho cru (*in natura*), desidratado em forma de pó, fabricação de extratos aquosos e óleo de alho. O uso do alho *in natura* é a forma que demanda menos mão de obra e processamento, levando em consideração a necessidade de descascar o alho, além disso o processo de elevar a temperatura do alho acima de 100°C, como no processo de obtenção do alho em pó, reduz seu conteúdo total de polifenóis e reduz o poder antioxidante do alho (Jastrzebski et al., 2017), reduzindo o efeito desses compostos na diminuição da infecção de *Eimerias spp*. em aves (Jang et al., 2007; Lee et al., 2008).

Portanto objetivou-se avaliar a inclusão de bulbo de alho fresco em rações para frangos de corte em sistema semi-intensivo do “tipo caipira” e sua influência no rendimento produtivo controle de infecção natural de *Eimeria spp*, assim como na modulação da morfometria do epitélio do intestino delgado.

1.2. REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1. Ciclo da *Eimeria spp*

A coccidiose é uma doença causada por protozoários do gênero *Eimeria* que se multiplica no trato intestinal causando lesões teciduais resultando em distúrbios intestinais ou má absorção de nutrientes. É comumente encontrada em todos os sistemas de produção, elevando os custos no tratamento e controle da doença, podendo levar à mortalidade e reduzir os índices produtivos de aves afetadas (McDougald; Reid, 1991; Williams, 1998; Kawazoe, 2000; Çiçek et al., 2016). Em sistema de criação semi-confinado a infecção por *Eimeria* normalmente apresenta-se na forma subclínica, o que favorece o não tratamento da infecção devido as aves afetadas aparentarem estar saudáveis, representando implicação econômica pela redução no desempenho (Kaboudi, Umar e Muhammad, 2016), além disso, é observado maior nível de infecção por *Eimerias* no sistema de produção alternativo quando comparado com o sistema tradicional devido a falta de controle profilático na criação (Luchese et al, 2007).

A infecção das aves por *Eimeria spp.* acontece após ingestão de oocistos esporulados presentes no ambiente, solo, água ou alimento. Quando o material chega na moela, os oocistos são mecanicamente quebrados, liberando os esporocistos e ao chegar no intestino a ação enzimática da tripsina promove liberação dos esporozoítos contidos em cada esporocisto. , a invasão nas células do epitélio intestinal acontecem nessa fase do ciclo. A partir de reprodução assexuada, os esporozoítos se desenvolvem no núcleo das células do hospedeiro a merozoítos, causando rompimento da parede celular e destruição da célula hospedeira em busca de ocupar novas células para o desenvolvimento de novas gerações merogônicas, resultando em estresse oxidativo e peroxidação lipídica ao organismo hospedeiro. O ciclo das *Eimerias* consiste também em uma fase de reprodução sexuada, na qual os merozoítos se desenvolvem em gametas femininos (macrogametas) ou masculinos (microgametas), que após a fertilização, há formação do zigoto intracelular, que irá tornar-se em oocistos jovem não esporulados destruindo a célula hospedeira para serem liberados no ambiente por meio das excretas das aves, esporulando na presença de umidade e calor capaz de infectar novas aves (Saxonet, 1995; Allen; Fetterer, 2002; Fanatico, 2006; Naidoo et al., 2008).

Na literatura são descritas pelo menos oito espécies de *Eimerias*, apresentando diferenças quanto ao diâmetro dos oocistos e esporocistos, tempo para completar o ciclo de vida, variando entre 83 a 138 horas de acordo com o número de ciclos merogônicos

completados, além da preferência das espécies quanto ao local de desenvolvimento no intestino das aves (Conway; McKenzie, 2007). A *E. acervulina*, *E. mivati* e *E. praecox* causam lesões mais específicas no epitélio do duodeno, *E. maxima* no epitélio do jejuno, com a fase sexuada do ciclo de vida desenvolvendo-se no subepitélio dessa porção, *E. necatrix* no subepitélio do jejuno, a *E. mitis* possui preferência ao epitélio do íleo, enquanto a *E. brunetti* e *E. tenella* no subepitélio da mesma porção. As lesões ocasionadas pelos rompimentos das células durante o ciclo de vida da Eimeria também variam entre as espécies, sendo algumas espécies mais patogênicas que outras, com a *E. mitis* e *E. praecox* as únicas consideradas frequentemente como de baixa ou nenhuma patogenicidade (Williams, 1998).

Para atuar no controle e/ou eliminação da infecção de Eimerias é necessário utilizar produtos químicos ou não que sejam suficientemente lipossolúveis para adentrar na célula hospedeira e alcançar os oocistos (Naidoo et al, 2008), podendo esses coccidiostáticos atuarem de forma diferente de acordo com o composto ativo.

1.2.2 Controle preventivo de infecção por Eimerias

O controle e/ou tratamento da infecção por Eimerias em frangos de corte é realizado rotineiramente com inclusão de anticoccidianos nas rações, sendo estes classificados como químicos ou ionóforos; os químicos atuam de modo específico contra o metabolismo do parasita, a exemplo o amprólio e halofuginona, enquanto os ionóforos atuam através de mecanismos gerais de alteração de transporte iônico e perturbam o equilíbrio osmótico, a exemplo a salinomicina e monensina (Allen; Fetterer, 2002). Porém, alguns ionóforos comumente utilizados na avicultura vêm apresentando redução na eficácia contra Eimerias necessitando assim de restrição ou descontinuação do uso para evitar desenvolvimento de cepas resistentes (Yadav; Gupta, 2001). De acordo com Sundar et al. (2017) os motivos pelos quais há desenvolvimento de resistência aos anticoccidianos são fatores como genética do parasita, não utilização de rodízio de drogas ou uso inadequado destas nas granjas, subdosagens, frequência e tempo de tratamento assim como populações de parasitas que escapam do efeito dos medicamentos.

Outra forma de controle da coccidiose é utilização de vacinas, de fácil aplicação, possui eficácia comprovada contra determinadas cepas e espécies. A necessidade de produção de vacinas especializadas e poucas opções no mercado contendo todas as espécies podem ser uma barreira para sua utilização no atual momento (Vermeulen et al., 2001). Outra

problemática é a possibilidade de redução precoce do desenvolvimento e aumentar a susceptibilidade de frangos jovens a infecções secundárias (Stringfellow et al., 2011).

Estes mesmo autores afirmam que uma das soluções possíveis para o tratamento da coccidiose em frangos sem promoção de resistência é uso combinado entre vacinação e anticoccidianos, como descrito por Jenkins et al. (2010) que ao administrar vacinas com oocistos vivos no controle da coccidiose e posterior fornecimento do ionóforo observaram maior sensibilidade das Eimerias ao tratamento.

Utilização de ingredientes alternativos às vacinas e quimioterápicos possuem atuação comprovada quanto ao tratamento e controle de eimerias. Em um levantamento de literatura com mais de 64 plantas, Muthamilselvan et al. (2016) elenca os compostos bioativos contidos nas plantas e seus mecanismos de atuação contra eimerias em frangos (Tabela 1), assim como onde alguns compostos atuam no ciclo da Eimeria (Figura 1).

Tabela 1 – Levantamento de plantas e compostos bioativos que inibem o ciclo das eimerias ou modulam o sistema imune de frangos de corte.

Planta (nome científico)	Composto bioativo	Atuação
Pinheiro (<i>Pinus radiata</i>)	Taninos condensado	Inibição do ciclo do coccídeo (diminuição da esporulação de <i>E. tenella</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. acervulina</i>).
Chá-verde (<i>Camellia sinensis</i>)	Compostos fenólicos e selênio	Inativação das enzimas responsáveis pela esporulação coccidia.
Uva-espim (<i>Berberis lyceum</i>) Linho (<i>Linum usitatissimum</i>) Mentrassto (<i>Ageratum conyzoides</i>) Vernonia (<i>Vernonia amygdalina</i>)	Ácidos graxos N-3; Vernoside; Flavonóides	Produção pelos hospedeiros de espécies reativas de nitrogênio e oxigênio, levando a morte dos esporocistos esporulados (indução do estresse oxidativo).
Orégano (<i>Oreganum compactum</i>) Abisinto (<i>A. absinthium</i>) Alecrim (<i>Rosmarinus officianalis</i>)	Óleos essenciais (fitocompostos)	Destruição de parasitas, oocistos esporozoítos (ainda não elucidado).
Semente de uva (<i>Vitis sp.</i>)	Proantocianidina	Regulação negativa do estresse oxidativo.
Farelo de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	Arabinosilanos	Aumento da resposta imune natural e adaptativa, aumentado o desempenho dos frangos e reduzindo a infestação de eimerias.
Astragalus (<i>Astragalus membranaceus Radix</i>) Açafrão (<i>Carthamus tinctorius</i>) Shitake (<i>Lentinus edodes</i>) Fungo branco (<i>Tremella fuciformis</i>)	Polissacarídeos	Estimular a proliferação celular dos linfócitos via regulação da atividade da polimerase do DNA.
Ameixa oriental (<i>Prunus salicina</i>)	Compostos fenólicos	Diminuição da infestação de <i>Eimeria acervulina</i> através de aumento da resposta imune.
Alho (<i>Allium sativum</i>)	Propil Tiosulfanato e Óxido Propil Tiosulfanato Alicina	Altera os níveis de expressão de transcrições relacionados aos linfócitos intra-epiteliais do intestino de aves; além de estimular a proliferação de esplenócito e ataca diretamente os esporozoítos levando-os a morte. Elimina efeitos negativos de infestação microbiana e possui atuação contra coccídeo porém mecanismo de atuação permanece elusivo.

Adaptado de Muthamilsev et al. (2016).

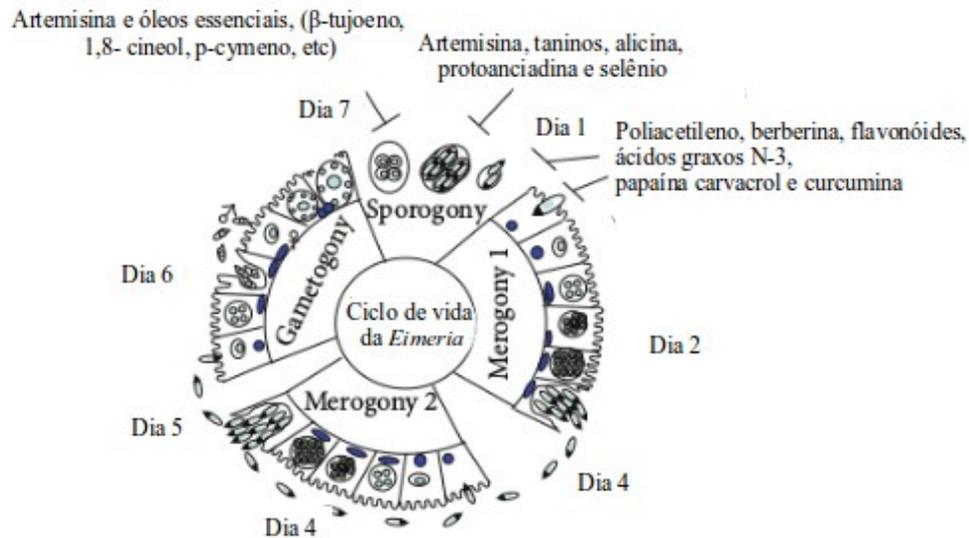


Figura 1. Compostos vegetais atuando sobre diferentes estágios do ciclo de vida das espécies de *Eimeria*. Fonte: Muthamilsean et al. (2016)

Dos alimentos contidos na Tabela 1, vários são acessíveis ao produtor de frangos. No entanto, o alho além de apresentar os compostos citados que conferem ação coccidiostática, apresenta outros compostos descritos em outros alimentos que, também, possui esse efeito. Como exemplo, temos, os compostos fenólicos (flavonóides) descritos no chá-verde e ameixa e antocianinas na uva, polissacarídeos no shitake e açafrão, no alho possui inulina em sua composição e óleos essenciais no orégano e alecrim. Apesar de não ter o efeito coccidiostáticos comprovado desses compostos isolados a partir do alho, como no exemplo do propil tiosulfinato mais óxido propil tiosulfinato, a ação dos mesmos em outros ingredientes podem ajudar a desvendar o efeito elusivo que o alho possui contra infecções de frangos por *Eimeria ssp.*

Em produção de frangos de corte com baixa densidade populacional ou produções que fazem uso de anticoccidianos de maneira preventiva geralmente a coccidiose é uma doença a nível subclínica, que reduz o desempenho, sem aumentar os índices de mortalidade. Porém, em sistemas semi-confinado ou extensivos há maior possibilidade de ingestão de hospedeiros invertebrados contaminados, com maiores chances de infecção parasitárias, principalmente por *Eimerias* (Fanatico, 2006; Gomes et al., 2009; Quadros et al., 2015).

Em sistemas “tipo caipira” de produção a utilização de coccidiostático comercial é proibido pela legislação brasileira e recriminada pela União Européia, assim, a utilização de

alho pode ser uma alternativa por se tratar de um ingrediente biologicamente seguro, com potencial para substituir os coccidiostáticos comerciais.

1.2.3. Alho como melhorador de desempenho

Na avicultura a utilização de um ingrediente ou outro depende de fatores como preço, aceitação animal, oferta constante do produto, e também, presença de compostos desejáveis. O alho em pó tem vantagem sobre o alho fresco por ser de mais fácil inclusão nas rações, sem afetar a umidade final, além claro, de possuir maior concentração de nutrientes por grama de produto e menor odor. Porém, a necessidade de controle de produção para evitar perda de compostos termossensíveis pode ser uma desvantagem. Ao compararem alho fresco, pó e óleo de alho na composição de salsichas, Sallam et al. (2004) observaram que a atividade antimicrobiana reduz de acordo com o aumento do grau de processamento, e assim as diferenças quanto ao efeito do alho, também, podem estar relacionadas com a forma que o produto é consumido.

De acordo com Singh et al. (2017) o alho em pó possui atividade antimicrobiana com o nível de 2,0% de inclusão aumentando peso final de frangos de corte, enquanto o nível 1,5% de inclusão resultou em maior custo:benefício. Em contrapartida, foi observado aumento no desempenho, eficiência alimentar e viabilidade sem afetar as características de carcaça de frangos de corte em sistemas intensivos de produção ao utilizar níveis inferiores de alho em pó (0,50%), e com a inclusão de 0,75% foi observado redução na eficiência alimentar e aumento dos custos (Jha et al., 2014). Da mesma forma, Javandel et al. (2008) observaram que a inclusão de 2% de um produto comercial (70% alho em pó, 30% farelo de trigo) resultou em redução no ganho de peso de frangos de corte, demonstrando limitações do uso do alho.

A atuação do alho como promotor de crescimento devido a presença de inúmeros compostos atuando de forma sinérgica que podem inibir organismos patogênicos intestinais e melhorar digestão e absorção (Toghyani et al., 2011). A aliina é um composto sulfurado contido no alho que confere seu odor característico, quando o bulbo cru é cortado ou esmagado a enzima aliinase combina-se com o composto e forma a alicina, 0,24% do bulbo cru (Stoll; Seebeck, 2006), capaz de inibir a ação de bactérias, bem como produção de toxinas, sem promover resistência aos micro-organismos é um dos compostos responsáveis pela ação promotora de crescimento para frangos de corte (Sivam, 2001). A redução da microbiota patogênica ocasionado pela alicina promove balanceamento da população

microbiana resultando em benefícios para a produção de frangos de corte como a melhoria na digestibilidade de alguns nutrientes da ração e consequente aumento no desempenho (Issa; Omar, 2012). A alicina é um composto volátil com maior potencial antimicrobiana quando extraída e isolada em comparação com sua atividade no alho *in natura* (Robyn et al., 2013), quando adicionado na água de beber de frangos de corte a atividade da alicina é reduzida. Dessa forma, o processamento, o método de consumo e presença de outros compostos contidos no alho podem interferir na promoção da atividade benéfica desse ingrediente (Sivam, 2001).

Compostos com poder antioxidantes, também, são apontados como responsável pela capacidade de melhorar o desempenho de frangos de corte, como α -tocoferol e compostos fenólicos que atuam protegendo o organismo contra danos decorrentes das oxidações capazes de gerar radicais superperóxido e contra substâncias reativas ao oxigênio produzir oxigênio. A hipótese é que os antioxidantes aumentam a permeabilidade da membrana celular dos oocistos das Eimerias, interferindo no seu metabolismo, conduzindo-os a deficiências em processos cruciais, levando-os a morte por inibição da cadeia respiratória (Chalfoun et al., 1995; Allen et al., 1997; Ramalho; Jorge, 2006).

A grande maioria dos trabalhos realizados em frangos utilizam alho em pó, extrato aquoso, óleo de alho e até mesmo o produto da fermentação do alho, o que permite uma maior concentração de nutrientes e compostos bioativos e permite maior inclusão em dietas, porém de acordo com Queiroz et al. (2009) quanto maior o tempo de armazenamento e maior a temperatura de processamento do bulbo maior as chances de perda das propriedades antioxidantes.

1.2.4. Alho como anticoccidiano

A atuação de alho como coccidiostático é descrito por diversos autores atribuindo a presença de compostos bioativos e organossulfurados como responsável por combater Eimerias. Apesar do fácil acesso ao ingrediente, empresas já estão fabricando produtos comerciais com o alho, compostos extraídos isolados, assim como mistura de produtos com apelo no tratamento e prevenção de coccidiose para frangos (Tabela 2).

Tabela 2 – Produtos contendo alho como matéria-prima disponíveis comercialmente para tratamento e prevenção de coccidiose.

Produto comercial	Ingredientes	Matéria prima extraída do alho	Fornecedores
Grão de alho [®]	Alho	Bulbo de alho	Nettex nutrition
Poultry Provita [®]	Probiótico e vitaminas	Inulina	Vets Plus
Herb'n' thrive [®]	Mistura concentrada de ervas e óleos essenciais	Óleo de alho	Chicken Lickin
Enteroguard Garlic [®]	Alho e canela	Alho liofilizado	Orffa
Coxynil [®]	Fitogênico natural composto de mistura de plantas naturais	Alho em pó	Growell India
Profeed Kokcin [®]	Mistura de óleos essenciais	Óleo de alho	Profeed

Adaptado de Quiroz-Castañeda; Dantán-González (2015).

O mecanismo de ação do alho contra a *Eimeria* não está bem elucidado na literatura. O pó de alho é capaz de reduzir os escores de lesão ocasionados pelas *Eimerias* e o número de oocistos excretados, sugerindo inibição ou retardamento do desenvolvimento de eimerias no epitélio intestinal de frangos, afetando principalmente os oocistos no estágios intracelular do ciclo (El-Khtam et al., 2014). Estudos com o propil tiosulfato mais óxido propil tiosulfato isolados do alho induziu resistência do hospedeiro a *Eimeria acervulina*, sugerindo imunomodulação, a partir da indução de alterações significativas do transcriptoma em linfócitos intestinais de frango envolvendo vias relacionadas ao sistema gênico imuno e cardiovascular (Kim et al., 2013).

A eficácia de alicina comercial, metabólito do alho, contra *E. tenella* foi comprovada em um experimento *in vitro*, com provável atuação desta na inibição da ação de enzimas responsáveis pelo rompimento da parede do protozoário e consequente liberação dos esporocisto no hospedeiro, evitando que o ciclo da *Eimeria* se complete (Alnassan et al., 2015).

A presença de organossulfurados no alho pode também ser fator responsável pela ação antioxidante e antiinflamatória no organismo animal, agindo provavelmente na eliminação dos efeitos negativos da infecção por *Eimerias* e melhorando o ganho de peso diário de frangos de corte. Sendo que, a utilização de alho em pó combinado com aminoácidos sulfurados é mais eficiente na redução da infecção por *Eimeiras*, quando comparado com efeito isolado de cada composto o ganho de peso de frangos de corte (Pourali et al., 2014).

1.2.5. Alho como recuperador e modulador do epitélio intestinal de frangos

A presença dos compostos citados anteriormente, além de outros, também, o confere capacidade de atuar como modulador do epitélio intestinal. O diallil dissulfeto mais diallil trissulfeto extraídos do alho é um desses, inclusões do pó em níveis a partir de 2,51 mg em dietas para frangos foi capaz de aumentar a altura dos vilos do íleo, podendo o mecanismo de atuação estar relacionado a mudanças na ecologia microbiana e na função imune da mucosa (Horn et al., 2016).

A presença de inulina, frutooligossacarídeos e tiosulfatos é indicativo da ação do alho como prebiótico a partir do aumento da população de bactérias benéficas, aumentando a fermentação dos polissacarídeos não amiláceos, com favorecimento da digestibilidade de alguns nutrientes (Rebolé et al., 2010; Moongngarm et al., 2011; Peinado et al., 2013).

Quando utilizado farinha de alho, na proporção de 70% de alho e 30% de farelo de trigo, há aumento da altura de vilosidades e profundidade de cripta no jejuno com inclusão de 1,25g/kg, menor teor entre os testados. Sugerindo que o alho aumenta a superfície de absorção do intestino e resulta em aumento no ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte, provavelmente devido ao aumento na digestibilidade das rações contendo a farinha (Oladele et al. 2012). A farinha de alho em pó foi capaz de diminuir a proliferação de células calciformes na superfície da membrana das vilosidades, indicando menor exigência do hospedeiro em secretar muco devido a redução da microbiota patogênica, com a farinha de alho atuando modulando o epitélio intestinal, podendo influenciar a capacidade digestiva das aves (Adibmoradi et al., 2006).

O pó de alho melhorou a morfologia do duodeno e reduziu a carga bacteriana fecal com níveis de inclusão de 1,5% sendo a alternativa economicamente viável (Singh et al., 2017). O epitélio intestinal é favorecido pelo efeito dos produtos contendo alho no controle das

Eimerias. Em ratos, o extrato de pó de alho (500 mg/kg), reduziu as alterações histopatológicas induzidas por *Eimeria vermiformis* no íleo, reduzindo também, a carga parasitária nas criptas intestinais, assim como a inflamação do tecido (Khalil et al., 2015). El-Katcha et al. (2016) sugere que ação do alho como promotor de crescimento e melhorador da digestibilidade de nutrientes deve-se à presença de derivados de isopreno, flavonóides, organossulfurados e outros metabólitos.

As informações quanto ao mecanismo no qual o alho e seus compostos atuam no controle da infecção por Eimerias e modulação do epitélio intestinal não estão bem elucidadas, principalmente em relação a fenótipos de frangos e espectro de atuação quanto as espécies de Eimerias. O alho *in natura* possui vantagens quanto ao menor custo de produção comparados aos produtos processados, carecendo de informações quanto ao níveis de inclusão adequado, para promoção do desempenho em busca da melhor relação custo:benefício.

REFERÊNCIAS

- ADIBMORADI, M. et al. Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. **The journal of poultry science**, v. 43, p. 378–383, 2006.
- AHMAD, S. et al. Effect of garlic (*Allium stivum*) powder supplementation on growth performance and body measurements in Japanese quail. **Scientific Journal of Veterinary Advances**, v. 2, n. 21, p. 7–11, 2013.
- ALLEN, P. C.; LYDON, J.; DANFORTH, H. D. Effects of components of *Artemisia annuanon* coccidia infections in chickens. **Poultry Science**. v. 6, 1156-1163, 1997
- ALLEN, P. C.; FETTERER, R. H. Recent advances in biology and immunology of Eimeria species and in diagnosis and control of infection with these coccidian parasites of poultry. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 15, n.1, p. 58-65. 2002.
- ALNASSAN, A. A. et al. In vitro efficacy of allicin on chicken Eimeria tenella sporozoites. **Parasitology Research**, v. 114, n. 10, p. 3913-3915. 2015.
- BONA, T. D. M. M. et al. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de Salmonella, Eimeria e Clostridium em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 411–418, 2012.
- CHALFOUN, S. M. et al. Teores de compostos fenólicos em pliculas de bulilhos de coloração normal e alterada de cultivares de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 9, p. 1163–1166, 1995.
- CONWAY, D.P., MCKENZIE, M.E. **Poultry coccidiosis: diagnostic and testing procedures**. Ames (IA): Blackwell Publishing. 2007.
- ÇİÇEK, H. et al. The Prevalence of Clinical Coccidiosis and the Estimation of the Costs of Disease Control and Treatment in Broiler Production. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v. 22, n. 4, p. 525–528, 2016.
- CRABONE, T., MOORI, R. G., SATO, G. S. Fatores relevantes na decisão de compra de frango caipira e seu impacto na cadeia produtiva. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 7, n. 3, p. 312-323. 2005.
- EL-KATCHA, M. I. et al. Growth performance, immune response, blood serum parameters, nutrient digestibility and carcass traits of broiler chicken as affected by dietary

supplementation of garlic extract (allicin). **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 49, n. 2, p. 50–64, 2016.

EL-KHTAM, A. O. et al. Efficacy of turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) on *Eimeria* species in broilers. **International Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 3, n. 3, p. 349–356, 2014.

FANATICO, A. Parasite management for natural and organic poultry: coccidiosis. 2006. Disponível em :<https://attra.ncat.org/attra-pub/viewhtml.php?id=225#lifecycle>. Acesso em: 22 de dez de 2017.

GOMES, F. F. et al. Principais parasitos intestinais diagnosticados em galinhas domésticas criadas em regime extensivo na municipalidade de campos dos goytacazes, RJ. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 818-822. 2009.

HORN, N. L. et al. Determination of the adequate dose of garlic diallyl disulfide and diallyl trisulfide for effecting changes in growth performance, total-tract nutrient and energy digestibility, ileal characteristics, and serum immune parameters in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 95, p. 2360–2365, 2016.

ISSA, K. J.; OMAR, J. M. A. Effect of garlic powder on performance and lipid profile of broilers. **Open Journal of Animal Sciences**, v. 2, n. 2, p. 62–68, 2012.

JANG, S. I. et al. Anticoccidial effect of green tea-based diets against *Eimeria maxima*. **Veterinary Parasitology**, v. 144, n. 2, p. 172–175, 2007.

JASTRZEBSKI, Z et al. The bioactivity of processed garlic (*Allium sativum* L.) as shown in vitro and in vivo studies on rats. **Food and chemical toxicology**, v. 45, n. 9, p. 1626-1633, 2007.

JAVANDEL, F. et al. The favorite dosage of garlic meal as a feed additive in broiler chickens ratios. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 11, n. 13, p. 1746–1749, 2008.

JENKINS, M. et al. Comparison of *Eimeria* Species Distribution and Salinomycin Resistance in Commercial Broiler Operations Utilizing Different Coccidiosis Control Strategies. **Avian Diseases**, v. 54, n. 3, p. 1002–1006, 2010.

JHA, P. et al. Comparative efficacy of garlic (*allium sativum*) and black cumin (*nigella sativa*) as growth promoters in broilers. **The journal of agriculture and environment**, v. 15, p. 72–78, 2014.

KABOUDI, K., UMAR, S., MUNIR, M. T. Prevalence of coccidiosis in free-range chicken in Sidi Thabet, Tunisia. **Scientifica**, v. 2016. 2016.

- KAWAZOE, U. Coccidiose. In: BERCHIERI, J. R. A.; MACARI, M. **Doenças das Aves**. p. 391- 405. Campinas: FACTA, 2000.
- KETTUNEN, H. et al. Natural resin acid–enriched composition as a modulator of intestinal microbiota and performance enhancer in broiler chicken. **Journal of Applied Animal Nutrition**, v. 3, n. 2, p. 1-9. 2015.
- KHALIL, A. M. et al. Immunomodulatory and antiparasitic effects of garlic extract on *Eimeria vermiformis*-infected mice. **Parasitology Research**, v. 114, n. 7, p. 2735-2742. 2015.
- KIM, D. K. et al. Improved resistance to *Eimeria acervulina* infection in chickens due to dietary supplementation with garlic metabolites. **British Journal of Nutrition**, v. 109, p. 76–88. 2013.
- KOSTADINOVIC, L. et al. Botanical supplements as anti-coccidial alternatives in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, n. 1, p. 27–36, 2015.
- LEE, S.-H. et al. Immunomodulatory properties of dietary plum on coccidiosis,”*Comparative Immunology*. **Microbiology and Infectious Diseases**, v. 31, n. 5, p. 389–402, 2008.
- LUCHESE, F. C. et al. Prevalência de espécies de *Eimeria* em frangos de criação industrial e alternativa. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 2, p. 81-86, 2007
- MCDUGALD, .L. R.; REID, W. M. Coccidiosis. In: **Diseases of Poultry**. 9th Edition. B.W. Calnek, H.J. 1991.
- MOONGNGARM, A. et al. Low Molecular Weight Carbohydrates, prebiotic content, and prebiotic activity of selected food plants in Thailand. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 4. p. 269-274. 2011.
- MUTHAMILSELVAN, T. et al. Herbal remedies for coccidiosis control: A review of plants, compounds, and anticoccidial actionsEvidence-based. **Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016. 2016.
- NAIDOO, V. et al. The value of plant extracts with antioxidant activity in attenuating coccidiosis in broiler chickens. **Veterinary Parasitology**, v. 153, p. 214–219, 2008.
- OLADELE, O. A.; EMIKPE, B. O.; BAKARE, H. Effects of Dietary Garlic (*Allium sativum* Linn .) Supplementation on Body Weight and Gut Morphometry of Commercial Broilers Efectos de la Suplementación Dietética de Ajo (*Allium sativum* Linn .) sobre el Peso

Corporal y la Morfometría Intestinal de los Pollos de Engorde Comercial. **International Journal of Morphology**, v. 30, n. 1, p. 238–240, 2012.

PEINADO, M. J. et al. Garlic derivative PTS-O modulates intestinal microbiota composition and improves digestibility in growing broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 181, n. 1–4, p. 87–92, 2013.

POURALI, M. et al. Antioxidant and anticoccidial effects of garlic powder and sulfur amino acids on Eimeria -infected and uninfected broiler chickens. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 15, n. 3, p. 227–232, 2014.

QUADROS, R. M. et al. Prevalência de endo e ectoparasitos de galinhas caipiras em pequenas propriedades da região serrana de Santa Catarina. **PUBVET**, v. 9, n. 1, p. 1-5. 2015.

QUEIROZ, Y. S. et al. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: In vitro antioxidant activity. **Food chemistry**, v. 115, n. 1, p. 371-374. 2009.

QUIROZ-CASTAÑEDA, R. E.; DANTÁN-GONZÁLEZ, E. Control of avian coccidiosis: Future and present natural alternatives. **BioMed Research International**, v. 2015. 2015.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755–766, 2006.

REBOLÉ, A. et al. Effects of inulin and enzyme complex, individually or in combination, on growth performance, intestinal microflora, cecal fermentation characteristics, and jejunal histomorphology in broiler chickens fed a wheat- and barley-based diet. **Poultry science**, v. 89, p. 276–286, 2010.

ROBYN, J. et al. Is allicin able to reduce campylobacter jejuni colonization in broilers when added to drinking water? **Poultry Science**, v. 92, n. 5, p. 1408-1418. 2013.

SALLAM, K. I.; ISHIOROSHI, M.; SAMEJIMA, K. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. **LWT-Food Science and Technology**, v. 37, n. 8, p. 849–855, 2004.

SAXONET, Life cycle Eimeria. 2005. Acesso em: 10 de novembro de 2017. Disponível em: <<http://www.saxonet.de/coccidia/coccid02.htm>>.

SINGH, J. et al. Effect of sun dried whole bulb garlic powder on nutrient utilization, blood parameters, duodenum morphology and faecal microbial load in broiler chickens. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 87, n. 2, p. 195–198, 2017.

SIVAM, G. P. Recent Advances on the Nutritional Effects Associated with the Use of Garlic as a Supplement. **Journal of Nutrition**, v. 131, p. 1106–1108, 2001.

SPRENGER, L. K. et al. Efeito anticoccidiano de extrato hidroalcoólico de *Artemisia annua* em camas de aves contaminadas com *Eimeria* sp. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 649–651, 2015.

STOLL, A.; SEEBECK, E. Chemical investigations on alliin, the specific principle of garlic. **Advances in Enzymology and Related Areas of Molecular Biology**, v. 11, p. 377-400, 2006.

STRINGFELLOW, K. et al. Evaluation of probiotic administration on the immune response of coccidiosis-vaccinated broilers. **Poultry Science**. v. 90, p.1652–1658. 2011

SUNDAR, S. T. B. et al. Anticoccidial drug resistance in chicken coccidiosis and promising solutions: A review. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 4. p. 1526-1529. 2017.

WILLIAMS, R. B. Epidemiological aspects of the use of live anticoccidial vaccines for chickens. **International journal for parasitology**, v. 28, n. 7, p. 1089-1098, 1998.

YADAV, A.; GUPTA, S. K. Study of resistance against some ionophores in *Eimeria tenella* field isolates. **Veterinary Parasitology**, v. 102, n. 1–2, p. 69–75, 2001.

TOGHYANI, M. et al. Evaluation of cinnamon and garlic as antibiotic growth promoter substitutions on performance, immune responses, serum biochemical and haematological parameters in broiler chicks. **Livestock Science**, v. 138, n. 1–3, p. 167–173. 2011.

VERMEULEN, A. N.; SCHAAP, D. C.; SCHETTERS, T. P. M. Control of coccidiosis in chickens by vaccination. **Veterinary Parasitology**. Anais...2001

CAPÍTULO 2

DESEMPENHO E CONTROLE DE INFECÇÃO POR *Eimerias spp.* DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM BULBO DE ALHO *IN NATURA*

Resumo: A coccidiose subclínica é comum em produção de frangos e causa redução no desempenho das aves, havendo necessidade de controle constante da infecção, principalmente com coccidiostático químico. No entanto este apresenta restrições quanto aos níveis de inclusão e portanto necessitando de alternativas para o controle da coccidiose. Objetivou-se avaliar a inclusão de bulbo de alho *in natura*, descascado e moído no rendimento produtivo, controle de infecção por *Eimerias* e avaliação econômica das rações para frangos de corte criados em sistema semi-confinado em ambiente tropical. Foram utilizados 600 frangos de corte com 42 dias de idade alimentados com cinco rações experimentais: controle negativo (CN), controle positivo (CP) contendo coccidiostático e dietas contendo bulbo de alho *in natura*, descascado e moído (AF) com inclusões de 1,5, 3,0 e 4,0%, AF1.5, AF3.0 e AF4.5. As rações foram formuladas para duas fases de desenvolvimento, intermediária (42 a 4 dias de idade) e final (75 a 107 dias de idade). Na fase intermediária foi observado aumento do consumo de ração para AF1.5 (112,5 g/ave/dia) e AF4.5 (117,6 g/ave/dia), sendo semelhantes entre si, enquanto os demais tratamentos foi observado redução no consumo de ração pelos frangos, não foram observados efeito significativo entre as rações e as variáveis de ganho de peso e conversão alimentar. Na contagem de oocistos por grama de excreta de frangos na coleta inicial, houve menor grau de infecção nos frangos alimentados com rações AF1.5 (4275), AF3.0 (2925), AF4.5 (6850) e CP (1300) comparadas com a CN (8475). Não houve diferença estatística entre os tratamentos na coleta final. Considerando a diferença entre as duas coletas, houve redução do grau de infecção nas rações AF1.5 (61,80%), AF3.0 (8,2%) e AF4.0 (24,81%), enquanto que CN e CP houve aumento de 6,78% e 105,07% no número de *Eimerias*. A AF3.0 foi eficaz contra *E. acervulina* (0,97%) e *E. praecox* (1,89%) na coleta inicial. Na coleta final CP foi eficiente contra *E. acervulina* (0%) e *E. praecox* (1,92%). Os preços do quilo das rações foram proporcionais aos níveis de inclusão de alho, com CN e CP atingindo U\$\$ 0,303 e U\$\$ 0,304, respectivamente, e U\$\$ 0,457 para AF4.5 Com aumento

dos níveis de alho foi observada resposta linear crescente para custo médio da ração por quilo de peso vivo ($Y=9,7060+1,643x$), custo médio da ração ($Y=14,5301+0,8504x$) e ponto de equilíbrio ($Y=0,6470+0,1095x$), enquanto para margem bruta ($Y=34,0498-1,8519x$) e índice de rentabilidade ($Y=3,3410-0,4274x$) foi observada resposta linear decrescente. A inclusão de 3,0% de alho propiciou melhores resultados quanto as variáveis de desempenho e o nível de 1,5% reduziu o grau de infecção por *Eimeria*.

Palavras-chaves: *Allium sativum*; Avaliação econômica; Aves; *Eimeria spp.*; Nutrição.

Abstract: The subclinical coccidiosis is common in broilers production, causes reduction in the performance, requiring a constant infection control, mainly with chemical coccidiostats. However, this one presents restrictions on the inclusion levels and, therefore, needs alternatives for coccidiosis control. Aimed with this study was evaluated the inclusion of garlic bulb *in natura*, peeled and ground in productive yield, control of *Eimerias* infection and economic evaluation of rations for free range broilers reared in a semi-confined system in a tropical environment. Were used 600 broilers at 42 days old fed with five experimental rations: negative control (CN), positive control (CP) containing coccidiostat and diets containing garlic bulb *in natura*, peeled and ground (AF) with inclusions of 1.5, 3.0 and 4.0%, AF1.5, AF3.0 and AF4.5. The rations were formulated for two stages of development, intermediate (42 to 4 days of age) and final (75 to 107 days of age). In the intermediate phase, was observed increased in feed consumption to AF1.5 (112.5 g / bird / day) and AF4.5 (117.6 g / bird / day), being similar to each other, while the other treatments were observed a reduction in feed consumption by broilers, no significant effect was observed among the rations and the variables of weight gain and feed conversion. In the count of oocysts per gram of excreta from broilers at the initial collect, there was a lower infection rate in broilers fed

AF1.5 (4275), AF3.0 (2925), AF4.5 (6850) and CP (1300) compared to CN (8475). There was no statistical difference between the treatments in the final collect. Considering the difference between the two collects, there was a reduction in the degree of infection in the rations AF1.5 (61.80%), AF3.0 (8.2%) and AF4.0 (24.81%), while CN and CP there was an increase of 6.78% and 105.07%, respectively, in the number of Eimerias. AF3.0 was effective against *E. acervulina* (0.97%) and *E. praecox* (1.89%) in the initial collect. In the final collect, CP was efficient against *E. acervulina* (0%) and *E. praecox* (1.92%). The prices of the kilo of the rations were proportional to the inclusion levels of garlic, with CN and CP reaching U\$\$ 0.303 and U\$\$ 0.304, respectively, and U\$\$ 0.457 for AF4.5. With increasing garlic levels, an increasing linear response was observed for average cost of the feed per pound of live weight with the increase of the levels of garlic ($Y = 9,7060 + 1,643x$), average feed cost ($Y = 14.5301 + 0.8504x$) and balance point ($Y = 0.6470 + 0.1095x$). While, to gross margin ($Y = 34.0498 - 1.8519x$) and profitability index ($Y = 3.3410 - 0.4274x$) a decreasing linear response was observed. The inclusion of 3.0% of garlic provided better results as performance variables and the level of 1.5% reduced the degree of infection by Eimeria.

Keywords: *Allium sativum*; Economic evaluation; Birds; Eimeria spp.; Nutrition.

2.1. INTRODUÇÃO

A proibição do uso de antibióticos como promotor de crescimento na produção animal pela União Européia em 2006 despertou na comunidade acadêmica e na população mundial questionamentos sobre biossegurança alimentar, considerando alimento seguro para consumo humano somente os produzidos livre de antibióticos e coccidiostático (Antle, 1999; Hossain et al., 2017).

Apesar de ainda não ter sido banido, o uso de coccidiostáticos em dietas de frangos de corte apresenta restrições quanto aos níveis de inclusão regulado pelo Ministério de Pecuária e Abastecimento. Na produção de frangos de corte em sistema semi-intensivo, popularmente conhecido como “caipira” não é permitido o uso de quimioterápicos em doses subterapêuticas na prevenção de doenças e promoção do desenvolvimento animal (MAPA, 1999). Além do consumo de produtos livre de metabólitos tóxicos, a resistência de *Eimerias* aos coccidiostáticos, principalmente da classe dos ionóforos torna-se um agravante para o uso em rações, e mesmo que a utilização desses quimioterápicos represente melhorias no rendimento de carcaça, é essencial buscar alternativas para substituí-los por compostos de similar eficácia que não apresentem desenvolvimento de resistência aos patógenos, como por exemplo, fitoterápicos (Kostadinovic et al., 2015).

O alho pode ser usado como fitoterápico devido a presenças de compostos organossulfurados como a alicina, dialil trissulfato e propil tiosulfanato, que atuam tanto como promotor de crescimento, pela atividade estimulante da microbiota benéfica do intestino, como também, indução da imunomodulação dietética, com alterações significativas nos linfócitos intestinais, aumentando a resposta imune das aves (Elagib et al., 2013; Kim et al., 2013). A presença de compostos antioxidantes, como o α -tocoferol, possibilita a inclusão do alho em dietas no controle da coccidiose, atuando na redução do estresse oxidativo causado por coccídeos, neutralizando algumas espécies reativas ao oxigênio, e eliminando os radicais livres (El-Khtam et al., 2014).

A presença de coccidiose subclínica é comum em produção de frangos causando redução de desempenho de frangos de corte, sem externar sintomas ou aumento de mortalidade do plantel. No Brasil, em um levantamento realizado em 13 estados brasileiros durante o período 2012 a 2014, constatou-se que a *Eimeria* esteve presente em 23,8% de 80 granjas de integração de frangos de corte, com a maioria das espécies predominantes sendo

E. acervulina, *E. maxima* e *E. tenella* (Gazoni et al., 2015). No entanto, a prevalência de infecção por *Eimeria* em frangos possui caráter sazonal, aumentando a incidência da coccidiose em frangos com aumento da temperatura e umidade do ambiente (Ahad et al., 2015). Além disso, há necessidade de promover a saúde e a produtividade de frangos de corte sem inclusão de quimioterápicos de acordo com o fenótipo das aves, como por exemplo nos sistemas semi-confinados, sendo importante gerar a informação científica sobre esse desafio sanitário em sistemas de produção de frango “tipo caipira” no bioma tropical.

Considerando o uso empírico do alho in natura na avicultura “caipira” em contraste ao uso de produtos fitoterápicos do alho na avicultura “industrial”, objetivou-se avaliar a inclusão de bulbo de alho fresco em dietas para frangos em sistema semi-confinado e sua influência no desempenho, rendimento de carcaça e controle de infecção natural por *Eimerias*, no clima tropical brasileiro

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Local e instalação

O experimento foi realizado na unidade experimental de Jiqui na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), localizada na cidade de Parnamirim no Rio Grande do Norte, com altitude -5°47'42" e longitude -35°12'34", caracterizado em clima tropical quente (Aw) de acordo com a classificação de Köppen e Geiger (1928) e temperatura média de 26,5°C.

A estrutura experimental consistiu de 30 unidades de alojamento, contendo cada um. área coberta com telha de barro, telados, e raspas de madeiras sob piso de cimento (3,78 m²) e área externa telada e piso de terra (20,0 m²) e pé direito de 3 m. As raspas de madeiras utilizadas eram novas e não passaram por nenhum tratamento anterior ao experimento. Cada

unidade de alojamento continha um comedouros e bebedouros com altura ajustável de acordo com a idade dos frangos e um comedouros adaptado para capim-elefante (forragem). O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética sobre o Uso de Animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, sob protocolo 23091.005804/2015-13 - CEUA - UFERSA.

2.2.2. Dietas experimentais

Os tratamentos dietéticos foram formulados com base em duas rações para cada estágio de desenvolvimento dos frangos de corte, dos 42 a 74 dias de idade (fase intermediária) e 75 a 107 dias de vida (fase final). A ração controle negativo (CN) não continha aditivos químicos em sua composição, e apresentava milho grão e farelo de soja triturados, com inclusão de premix mineral e vitamínico na formulação (Tabela 3). As demais rações experimentais foram formuladas com inclusões dos aditivos a serem estudados em substituição (kg/kg) ao inerte da ração CP, areia lavada. O tratamento controle positivo (CP) contendo coccidiostático ionóforo comercial (salinomicina) com nível recomendado pelo fabricante, 0,01%, e os tratamentos contendo bulbo de alho fresco, descascados e moído (AF) nos níveis de 1,5%, 3,0% e 4,5%, AF1.5, AF3.0 e AF4.5, respectivamente.

O alho foi adquirido em comércio local de um mesmo fornecedor para todo o experimento com fornecimento semanal. O processamento foi realizado manualmente, separando os dentes dos bulbos, descascado-os e posterior moagem em forrageira.

As rações foram elaboradas com base nas recomendações de Oliveira (2005), adaptadas aos requisitos nutricionais para frangos de corte de desempenho regular preconizadas por Rostagno et al. (2011).

Tabela 3 – Ingredientes e composição nutricional da ração controle negativo.

Ingredientes	42 – 74 dias	75 – 107 dias
Milho grão triturado	53,80	57,04
Farelo de soja triturada	33,70	29,75
Óleo de soja	4,73	5,70
Calcário calcítico	0,85	0,79
Fosfato bicálcico	1,65	1,49
Sal comum	0,46	0,44
DL-Metionina	0,10	0,09
Premix mineral ¹	0,10	0,10
Premix vitamínico ²	0,10	0,10
Inerte ³	4,50	4,50
Composição nutricional calculada		
EMA (kcal/kg)	3000,00	3100,00
Proteína Bruta (%)	19,47	17,95
Lisina digestível (%)	0,9682	0,9613
Metionina digestível (%)	0,3682	0,3650
Cálcio (%)	0,8225	0,7517
Fósforo disponível (%)	0,4117	0,3755
Cloro (%)	0,3251	0,3090
Sódio (%)	0,2013	0,1904
Potássio (%)	0,7727	0,7099
Diferença Cation-aniônica (mEq/kg)	193,57	177,30

¹Premix mineral por quilo de ração: Manganês 14.000 mg/kg; zinco 12.000 mg/kg; ferro 10.000 mg/kg; cobre 1.800 mg/kg; iodo 200 mg/kg; selênio 60 mg/kg; ²Premix vitamínico por quilo de ração: Vitamina A 3.600.000 UI; vitamina D3 740.000 UI; vitamina E 6.400 UI; vitamina K3 800 mg/kg; vitamina B1 4.800 mg/kg; vitamina B12 40 mg/kg; vitamina B2 2.000 mg/kg; vitamina B6 960 mg/kg; ácido fólico 280 mg/kg; ácido pantotênico 44 mg/kg; niacina 12.000 mg/kg; biotina 20 mg/kg; ³Areia lavada.

2.2.3. Análises bromatológicas do bulbo de alho *in natura*, descascado e moído

As análises químicas do alho *in natura*, descascado e moído foram realizadas por dois métodos físico-químicos. O convencional descrito pela AOAC (2000), a matéria seca foi determinada seguindo o método de secagem nº 967.03. A matéria mineral por incineração da amostra segundo o método nº 930.22. A determinação de proteína bruta foi realizada segundo o método de Kjeldhal, nº 950.36. Lipídios pelo método de Soxhlet nº 935.38. A fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido foram analisadas segundo o método nº 2002.04 e nº 973.18, respectivamente. O outro método de análise físico-química foi pela espectroscopia de infra vermelho próxima, NIRS -Near-Infrared Spectroscopy, no equipamento da SpectraStar 2400 (Unity Star, Milford, MA, EUA).

2.2.4. Animais e delineamento experimental

No ensaio de desempenho foram alojados 600 frangos da linhagem Sasso pescoço pelado com um dia de idade, machos e fêmeas, alimentados com ração comercial até os 28 dias, como permitido na legislação brasileira (MAPA, 1999), compreendendo o período de adaptação à rações e estrutura experimental dos 28 aos 41 dias de idade. As aves foram adquiridas pela EMPARN de uma empresa particular e vacinadas contra doença de marek, doença de new castle e doença da bolba aviária. Aos quarenta e dois dias de idade dos frangos iniciou-se o período experimental, a partir da distribuição uniforme em grupos de 20 aves com mesma média de peso vivo (0,790 kg) por tratamento e mesmo sexo. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 5, sexo e dieta, com seis repetições por tratamento.

2.2.5. Desempenho e rendimento de carcaça

O fornecimento e monitoramento da oferta de alimento, ração e forragem triturado, foram realizados diariamente e acesso a água à vontade. Os frangos foram pesados semanalmente para acompanhamento do ganho de peso durante o experimento, para obtenção dos parâmetros de ganho de peso médio diário, consumo médio diário de ração e conversão alimentar.

Aos 107 dias de idade foram identificados e abatidos doze frangos de corte machos por tratamento para obter os dados de rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa, asa, vísceras comestíveis, fígado, coração e moela e gordura abdominal. O procedimento foi realizado em abatedouro comercial seguindo o protocolo de abate de R.I.I.S.P.O.A. (MAPA, 2008), com insensibilização por eletronarcole em cuba d'água, depenados por depenadeira automática e separação dos cortes manuais.

2.2.6. Contagem de oocistos por grama de excretas e identificação

Antes de iniciar o experimento foi realizada análise nas excretas dos frangos para confirmar a infecção por *Eimeria* spp. no plantel. Foram realizadas duas coletas de amostras de excretas durante o experimento, a primeira em uma semana após a ingestão de ração experimental e outra ao final do experimento. Foram coletadas amostras de seis unidades experimentais de cada tratamento usando lonas de plástico esticadas sobre a cama, durante duas horas no início da noite. As excretas foram colocadas em sacos de plástico, identificadas e resfriadas para análise no dia seguinte. A contagem de oocistos por grama de excretas foi realizada usando a técnica de Mac Master simples seguindo a metodologia Roepstorff e Nansen (1998), sugerida por Vadlejch et al. (2013).

A incubação das amostras para esporulação das Eimerias foi realizada em temperatura ambiente em solução de dicromato de potássio a 2,5% pelo período de sete dias. O material sobrenadante obtido após lavagens sucessivas das amostras foi inserido em lâmina para microscopia óptica. Uma câmera digital para microscópio foi utilizada para o registro de 100 imagens de Eimeria por lâmina e com um programa computacional de processamento e análise de imagens (ImageJ[®]) foram realizadas medições dos diâmetros maior e menor dos oocistos e consequente cálculo de índice morfométrico, e as mensurações dos diâmetros maior e menor dos esporocistos para identificação das espécies por morfometria.

Os dados foram agrupados em algoritmo computacional para identificação de espécies com base nos intervalos de diâmetros maior e menor do oocistos e do esporocisto e índice morfométrico descritos por Conway e McKenzie (2007) e Terra et al. (2001).

2.2.7. Análise de viabilidade econômica

A análise de viabilidade econômica das rações experimentais foi realizada em relação ao ganho de peso, peso vivo final e rendimento da carcaça. O custo de alimentação por quilograma de peso vivo ganho (Y_i) foi determinado pela equação de Bellaver et al. (1985):

$$Y_i = (\text{consumo de ração (kg)} \times \text{Preço do quilo da ração (US\$)}) / \text{Ganho de peso (kg)}$$

Enquanto os demais índices econômicos foram calculados de acordo com Murakami et al. (2009) com base no preço do quilo de peso vivo de frangos “caipiras” obtidos de fazendeiros e supermercados locais (US\$ 4,75). Os preços dos ingredientes foram obtidos por pesquisa de mercado local, enquanto o premix mineral e vitamínico e os aditivos foram obtidos junto aos fornecedores. Os valores foram então convertidos em dólares (US\$ 3,16) de acordo com a taxa de câmbio do dia 30 de agosto de 2017. Os preços foram os seguintes: US\$ 0,20/kg de grão de milho, US\$ 0,30/kg de farelo de soja, US\$ 0,97/litro de óleo de soja, US\$

0,94/kg de calcário calcítico, US\$ 3,0/kg de fosfato bicálcico, US\$ 0,23/kg de sal comum, US\$ 1,66/kg de DL-metionina, US\$ 0,32/kg premix mineral, US\$ 0,24/kg de premix vitamínico, US\$ 4,20/kg de coccidiostático comercial, US\$ 4,47kg de alho fresco.

2.2.8. Análises estatísticas

Os dados foram testados quanto à homocedasticidade e à normalidade da análise de erros, e então identificados dados discrepantes e removidos, análise de variância foi realizada e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os contrastes entre todos os tratamentos e análise de regressão entre os níveis de inclusão de alho.

2.3. RESULTADOS

2.3.1. Análises bromatológicas do alho *in natura*, descascado e moído

A média da composição química e as análises bromatológicas de alho *in natura*, descascado e moído dos dois métodos foram de 31,82% de matéria seca, 1,29% de matéria mineral, 3,82% de proteína bruta, 1,11% de extrato de etéreo, 5,57% de fibra em detergente neutro, 1,42% de fibra em detergente ácido, 4,41 % de açúcares totais, 12,40% de amido e 3.993 kcal/kg de energia bruta (Tabela 4).

Tabela 4 – Análise química do alho *in natura*.

	AOAC ¹	NIRS ²	Média
Matéria seca (%)	32,82 ± 0,013	30,82±0,002	31,82
Matéria mineral (%)	1,49 ± 0,009	1,08 ± 0,006	1,29
Proteína bruta (%)	3,99 ± 0,025	3,64 ± 0,005	3,82
Extrato etéreo (%)	1,14 ± 0,006	1,08 ± 0,006	1,11
Fibra em detergente neutro (%)	1,75 ± 0,002	9,39 ± 0,071	5,57
Fibra em detergente ácido (%)	1,16 ± 0,028	1,67 ± 0,014	1,42
Açúcares totais (%)	-	4,41 ± 0,026	4,41
Amido (%)	-	12,40 ± 0,068	12,40
Energia bruta (kcal/kg) ³	3.893	-	3.893

¹Association of Official Analytical Chemists; ²Near-infrared spectroscopy – Espectroscopia no Infra vermelho próximo; ³Bomba calorimétrica adiabática.

2.3.2. Desempenho e rendimento de carcaça

Não houve interação significativa entre o sexo dos frangos e a inclusão de alho nas rações, sendo omitido os dados entre o fatorial. Na fase intermediária de desenvolvimento foi observado aumento do consumo de ração no tratamento AF1.5 e AF4.5, sendo semelhantes entre si, enquanto os demais tratamentos foi observado redução no consumo de ração pelos frangos (Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho de frangos alimentados com as rações experimentais na fase intermediária de crescimento (42 - 74).

	CN	TF1.5	AF3.0	AF4.5	CP	CV (%)	EP	P
Peso inicial (kg)	0,793	0,786	0,790	0,794	0,793	6,68	0,02	<0,001
Consumo diário de ração (g/d)	111,5 ^b	112,5 ^{ab}	109,1 ^b	117,6 ^a	111,1 ^b	3,08	1,69	<0,001
Ganho de peso diário (g/d)	39,42	38,93	37,70	40,52	39,08	8,78	1,19	<0,001
Conversão alimentar	2,84	2,94	2,91	2,95	2,87	8,84	0,10	<0,001
Consumo de forragem (g/d)	41,87	42,99	42,21	44,78	43,87	0,48	0,47	0,0530

^{a,b,c}Valores com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01); CV – Coeficiente de variação; EP- Erro padrão da média; P- Probabilidade; Não significativo para análise de regressão (P>0,05).

Na fase final de desenvolvimento não foram observados efeitos significativos no desempenho de frangos alimentados com as rações experimentais (Tabela 6). Dessa forma, com o avanço da idade dos frangos pode-se observar que há uma redução do efeito promotor de crescimento da inclusão de alho nas rações.

Tabela 6. Desempenho de frangos de corte alimentados com as rações experimentais na fase final de crescimento (75 – 107 dias).

	CN	AF1.5	AF3.0	AF4.5	CP	CV (%)	EP	P
Consumo diário de ração (g/d)	196,7	203,3	191,3	199,0	199,0	5,96	6,02	0,002
Ganho de peso diário (g/d)	26,71	28,09	24,92	25,02	28,86	9,34	2,74	<0,001
Conversão alimentar	7,35	7,31	7,84	7,90	7,23	10,70	0,67	0,001
Consumo de forragem (g/d)	56,04	58,19	54,62	56,71	55,51	0,80	0,79	0,583

^{a,b,c}Valores com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01); EP- Erro padrão da média; P- Probabilidade; Não significativo para análise de regressão (P>0,05).

Considerando o período total do experimento (Tabela 7), foi observado aumento do consumo de ração no AF4.5 em comparação a AF3.0 e CP, e semelhante a CN, nos outros parâmetros não foram observadas diferenças.

Tabela 7 – Desempenho de frangos de corte alimentados com as rações experimentais no período total (42 – 107 dias).

	CN	AF1.5	AF3.0	AF4.5	CP	CV (%)	EP	P
Consumo diário de ração (g/d)	155,8 ^{ab}	154,5 ^b	154,9 ^b	164,8 ^a	151,13 ^b	3,59	1,50	0,004
Ganho de peso diário (g/d)	35,44	35,44	32,72	34,57	35,35	12,91	0,96	0,539
Conversão alimentar	4,40	4,36	4,73	4,77	4,28	11,00	0,13	0,494
Consumo de forragem (g/d)	48,96	50,59	48,42	50,75	49,69	0,4	0,43	0,377

^{a,b,c} Valores com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0.01$); EP- Erro padrão da média; P- Probabilidade; Não significativo para análise de regressão ($P > 0,05$).

Para as análises de regressão não houve efeito significativo entre as rações contendo níveis de inclusão de AF no desempenho em nenhum dos períodos, assim como no período total. Não houve influência dos tratamentos experimentais quanto a mortalidade do plantel.

O ganho de peso durante todo o experimento variou entre os tratamentos (Gráfico 1). Nas semanas 1,6 e 8, a ração AF3.0 atingiu o maior ganho de peso entre os tratamentos, enquanto na semana 2 a AF1,5, nas semanas 3, 5 e 9 a CP, na semana 4 AF4.5 e semana 7 a CN.

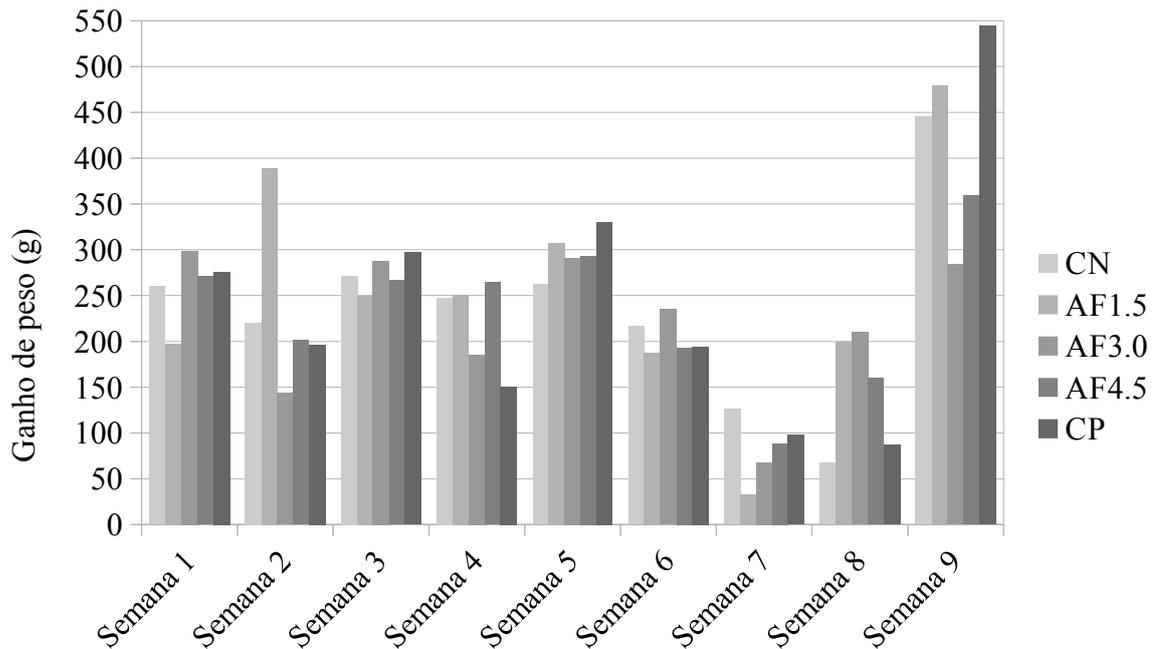


Gráfico 1. Ganho de peso de frangos de corte alimentados com as rações experimentais durante as semanas.

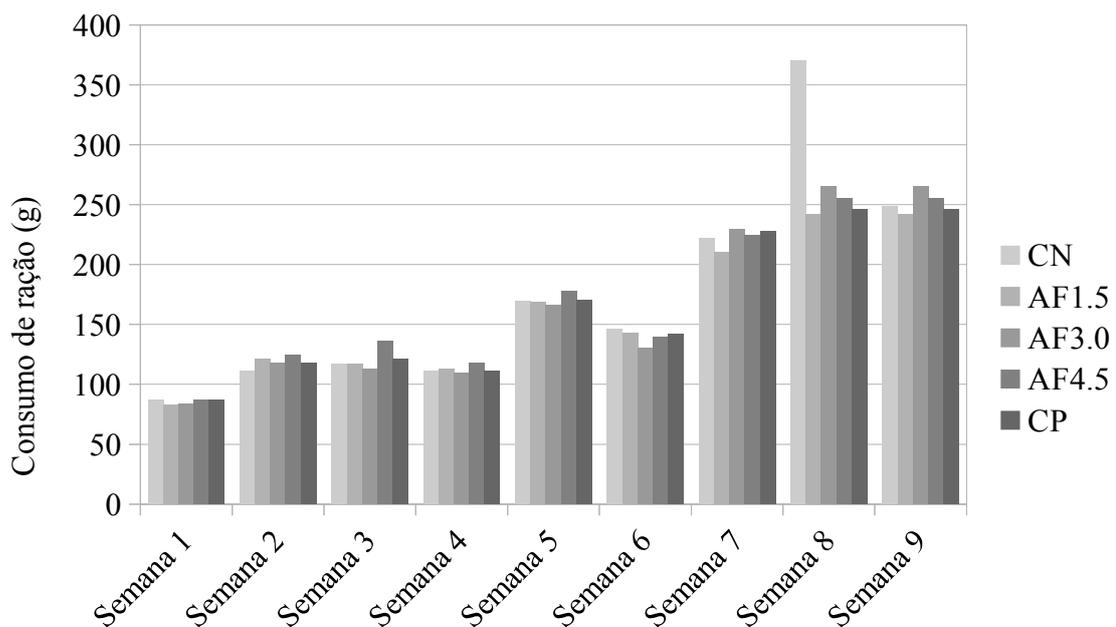


Gráfico 2. Consumo de ração de frangos de corte alimentados com as rações experimentais durante as semanas.

Considerando a evolução semanal do consumo de ração dos frangos alimentados com as rações experimentais (Gráfico 2), pode-se observar que na semana 1 o maior consumo foi na ração CP, nas semanas 2, 3, 4 e 5 foi na AF4,5, nas semanas 6 e 8 a ração CN e nas semanas 6 e 9 a ração AF3.0.

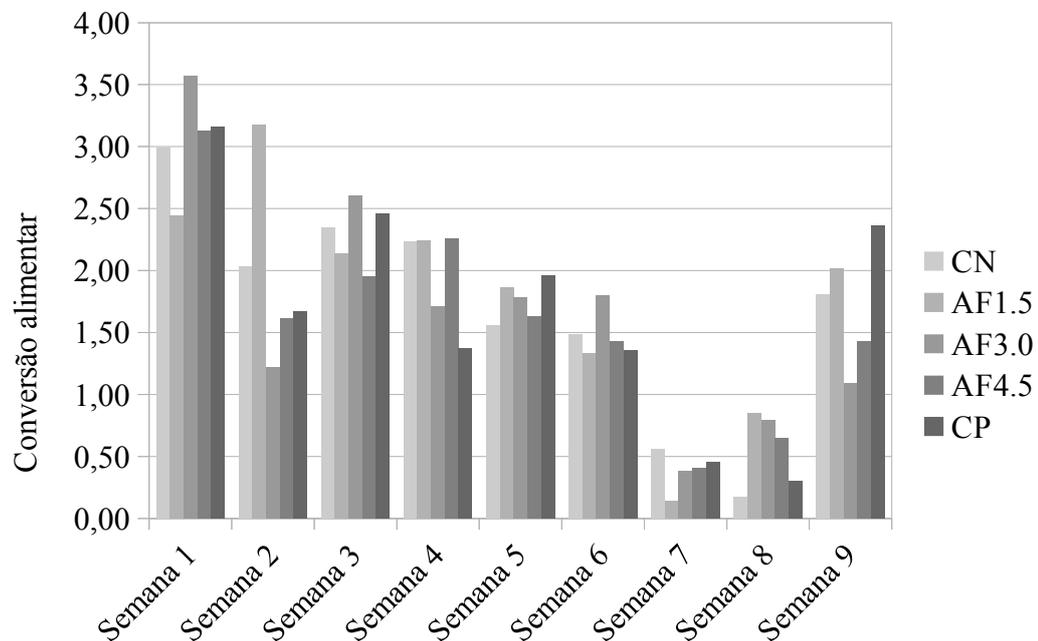


Gráfico 3. Conversão alimentar de frangos de corte alimentados com as rações experimentais durante as semanas.

A conversão alimentar dos frangos considerando a evolução semanal pode ser observada no gráfico 3. Na semana 1, 6 e 7 a menor conversão foi obtida na AF1.5, enquanto nas semanas 2 e 9 na AF3.0. Na semana 3 a AF4.5 obteve a menor conversão, na semana 4 a CP e nas semanas 5 e 8 a CN.

Comparando todos os tratamentos, maior rendimento da carcaça foi observado em AF3.0, e similar a AF4.5 e CN. O tratamento AF1.5 apresentou similaridade estatística com todos os tratamentos, exceto AF3.0 e CP apresentou o menor rendimento (Tabela 8). Para os rendimento de peito, coxa, sobrecoxa, asa, fígado, coração, moela e gordura abdominal não

foram observadas diferença entre os tratamentos. Entre as rações com níveis de inclusão de AF, não houve efeito significativo para as análises de regressão para o rendimento de carcaça, cortes nobres, vísceras comestíveis e gordura.

Tabela 8 – Rendimento de carcaça, cortes, fígado, coração, moela e gordura abdominal de frangos alimentados com rações experimentais.

Varáveis (%)	CN	AF1.5	AF3.0	AF4.5	CP	CV (%)	EP	P
Rendimento de carcaça	80,32 ^{ab}	76,79 ^{bc}	81,35 ^a	79,91 ^{ab}	74,65 ^c	3,49	2,78	<0,00 1
Peito	29,67	29,27	29,19	27,22	30,12	13,85	3,98	0,304
Coxa	15,06	16,22	15,40	15,83	15,98	10,07	1,58	0,334
Sobrecoxa	29,77	30,17	28,86	30,06	31,09	9,77	2,90	0,660
Asa	10,67	11,14	10,67	10,20	11,35	7,61	0,81	0,186
Fígado	1,98	1,86	1,73	1,96	2,24	16,71	0,31	0,316
Coração	0,52	0,55	0,53	0,61	0,55	14,21	0,22	0,416
Moela	1,89	1,87	1,82	2,09	2,10	20,95	0,40	0,371
Gordura abdominal	3,22	3,95	2,89	3,18	3,45	23,41	1,13	0,381

^{a,b,c} Valores com letras diferentes, diferem entre si peso teste de tukey (P<0,01); CV- Coeficiente de variação; EP- Erro padrão da média; P- Probabilidade; Não significante para análise de regressão (P>0,05).

2.3.3. Contagem de oocistos por grama de excretas e identificação

A infecção por oocistos de Eimeria foi influenciada pela inclusão de AF e coccidiostático comercial apenas na primeira coleta de amostras para ambos os testes estatísticos, enquanto que na coleta final da amostra não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 9).

Tabela 9 – Contagem de oocistos por grama de excretas de frangos de corte alimentados com rações experimentais.

Coletas	CN	AF1.5	AF3.0	AF4.5	CP	CV (%)	EP	P	Reg	EP	P
Inicial (n)	8475 ^a	4275 ^{abc}	2925 ^{bc}	6850 ^{ab}	1300 ^c	84,37	75,24	0,005	quad ¹	82,5	0,001
Final (n)	9050	1633	2683	5150	2666	75,88	67,86	0,233	-	70,0	-

^{a,b,c} Valores com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0.01$); EP- Erro padrão da média; P- Probabilidade; REG – Análise de regressão; ¹ $Y = 1075,00 - 6041,11x + 1181,48x^2$, $R^2 = 0,99$;

Nenhuma ração experimental foi capaz de eliminar por completo a infecção por *Eimerias* nos frangos, havendo menor grau de infecção nos frangos alimentados com rações contendo alho e coccidiostático nas dietas comparadas com a CN. Considerando somente os níveis de inclusão de AF houve resposta quadrática na coleta inicial (Gráfico 4). Ao observar a contagem de oocistos entre os períodos, é possível perceber redução do grau de infecção nas rações AF1.5, 61,80% menor número de oocistos, AF3.0, redução de 8,2% e AF4.0, redução de 24,81%, enquanto que CN e CP houve aumento de 6,78% e 105,07% no número de *Eimerias* entre os períodos.

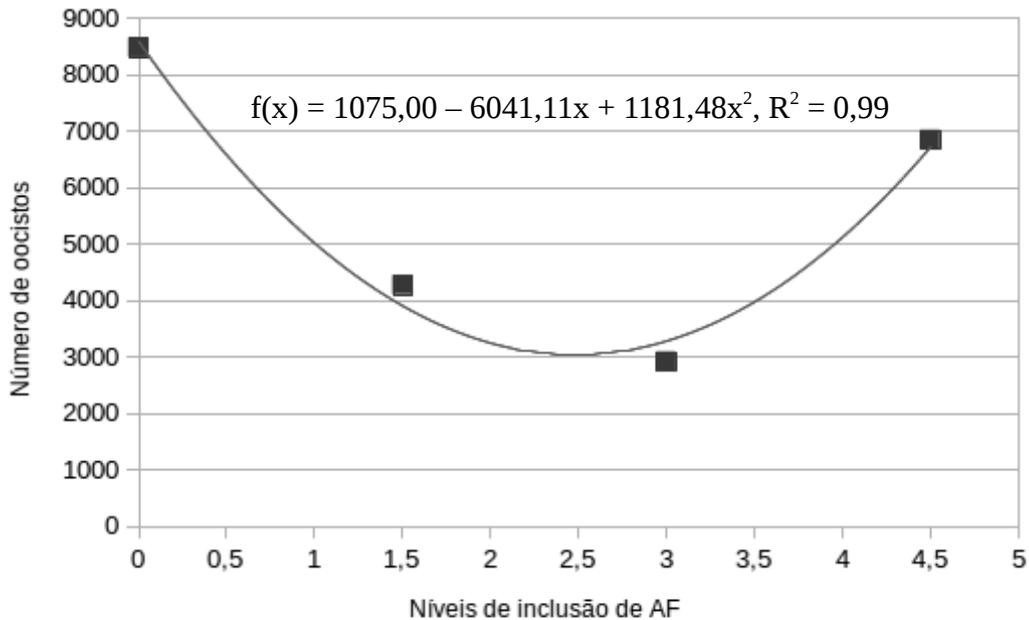


Gráfico 4. Plotagem de dados observados e estimado do número de oocistos por grama de excretas de frangos alimentados com rações experimentais.

Foram identificadas seis espécies de Eimerias das oito descritas por Tyzzer (1929) (Tabela 10, Figura 2). Na coleta inicial, as rações não apresentaram 100% de controle sobre nenhuma espécie, destacando a eficácia da AF3.0 contra *E. acervulina*, reduzindo a frequência próximo a zero dessa espécie, e *E. praecox* com frequência menor que 2%, enquanto a CN houve frequência menor que 2% contra *E. necatrix*. Na coleta final, o coccidiostático comercial foi eficiente contra *E. acervulina*, e contra *E. praecox* a frequência foi inferior a 2%.

Tabela 10 – Frequência de espécies de Eimerias identificadas em excretas de frangos de corte alimentados com rações experimentais.

Coletas	Espécies (%)	CN	AF1,5	AF3,0	AF4,5	CP
Inicial	<i>E. acervulina</i>	18,29	22,50	0,97	5,51	12,24
	<i>E. maxima</i>	43,90	35,00	77,67	44,88	46,94
	<i>E. necatrix</i>	1,22	25,00	9,71	11,81	18,37
	<i>E. mivati</i>	9,76	7,50	3,88	13,39	10,20
	<i>E. mitis</i>	3,66	7,50	5,83	18,90	8,16
	<i>E. praecox</i>	23,17	2,50	1,89	5,51	4,08
Final	<i>E. acervulina</i>	45,45	13,04	27,47	9,17	0
	<i>E. maxima</i>	14,29	73,91	23,08	60,83	78,85
	<i>E. necatrix</i>	25,97	3,23	17,58	10,86	3,85
	<i>E. mivati</i>	5,19	2,17	4,40	6,67	11,54
	<i>E. mitis</i>	5,19	2,17	7,69	8,33	3,85
	<i>E. praecox</i>	3,90	5,43	19,78	4,17	1,92

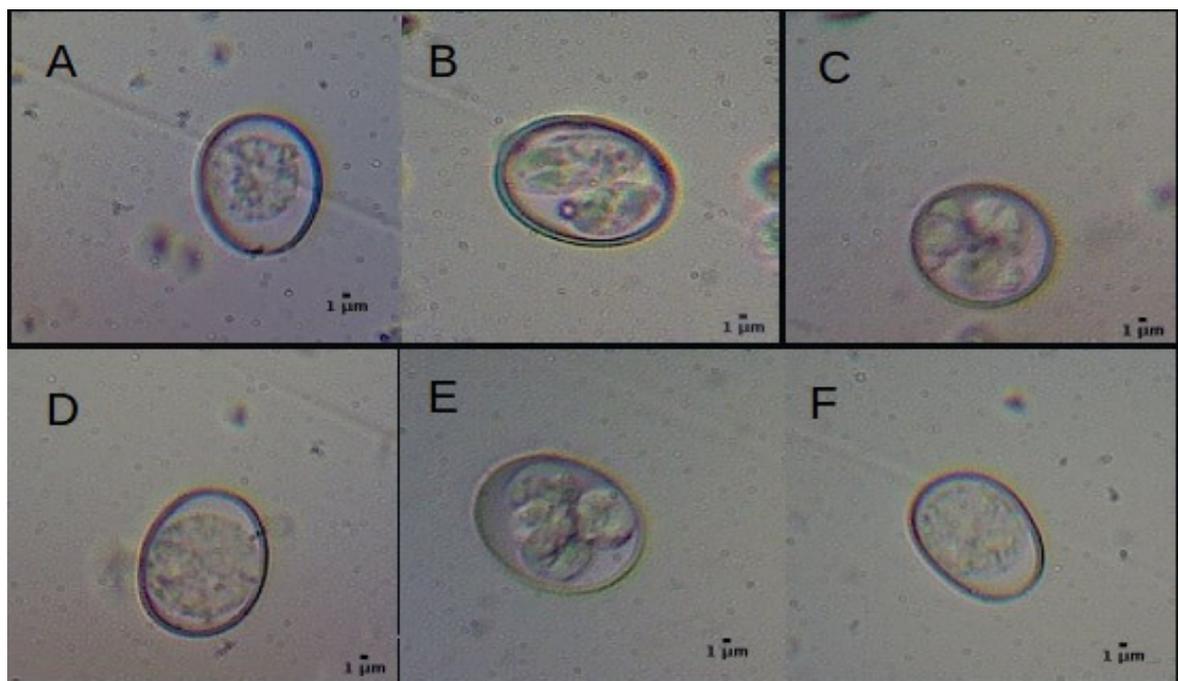


Figura 2. Espécies de Eimerias identificadas no experimento: A: *E. acervulina*; B: *E. maxima*; C: *E. mitis*; D: *E. mivati*; E: *E. necatrix*; F: *E. praecox*.

2.3.5. Análise de viabilidade econômica das rações

Os preços do quilo das rações foram proporcionais aos níveis de inclusão de alho, com CN e CP atingindo U\$\$ 0,303 e U\$\$ 0,304, respectivamente, e U\$\$ 0,457 para a maior inclusão de alho, AF4.5 (Tabela 11). O custo médio de ração por quilo de peso vivo ganho (Y_i) e o custo médio da ração foi menor para CN e CP comparando todos os tratamentos, enquanto a maior inclusão de alho resultou em maior custo. Não houve diferença na renda bruta média entre os tratamentos com ou sem alho nas análises do teste de média ou de regressão. O ponto de equilíbrio, peso vivo mínimo definido para atingir custo zero de produção com ração, foi igual para o CN e CP (0,660 kg), com resultados crescentes com o aumento da inclusão de AF nas dietas, 0,800, 0,940 e 1,160 kg para AF1.5, AF3.0 e AF4.5, respectivamente. Para margem bruta média e índice de rentabilidade CP obteve valores mais elevados, seguidos por CN, AF1.5 e AF3.0, enquanto AF4.5 apresentou menores valores.

Tabela 11 – Viabilidade econômica de rações experimentais de acordo com o desempenho e rendimento da carcaça de frangos de corte.

	CP	AF1.5	AF3,0	AF4.5	CN	EP	P	Reg	EP	P
Preço da ração (US\$/kg)	0,3177	0,389	0,460	0,531	0,318	-	-	-	-	-
Yi (US\$/kg)	1,51 ^d	1,70 ^c	2,26 ^b	2,67 ^a	1,47 ^d	0,54	<0,01	Lin ¹	0,59	<0,01
Custo médio da ração (US\$)	3,14 ^b	3,80 ^b	4,50 ^a	5,51 ^a	3,12 ^b	0,32	<0,01	Lin ²	0,5	<0,01
Renda bruta média (US\$/kg)	13,80	13,99	13,23	13,72	14,08	0,84	0,90	-	0,85	0,567
Margem bruta (US\$/kg)	10,66 ^{ef}	10,19 ^{ef}	8,76 ^{ef}	8,20 ^f	10,96 ^e	1,03	0,01	Lin ³	1,05	<0,01
Índice de rentabilidade (%)	3,39 ^{ab}	2,67 ^{bc}	1,96 ^{cd}	1,49 ^d	3,52 ^a	0,16	<0,01	Lin ⁴	0,16	<0,01
Ponto de equilíbrio (kg)	0,66 ^d	0,80 ^c	0,95 ^b	1,16 ^a	0,66 ^d	0,03	<0,01	Lin ⁵	0,04	<0,01

Yi: Custo de ração por quilo de peso vivo ganho; ^{a,b,c,d} Valores com letras diferentes, diferem entre si peso teste de tukey (P<0,01); ^{e,f} Valores com letras diferentes, diferem entre si peso teste de tukey EP- Erro padrão da média; P- Probabilidade; REG – Análise de regressão; ¹Y=9,7060+1,643x, R²=0,98; ²Y=14,5301+0,8504x, R²=0,96; ³Y=34,0498-1,8519x, R²= 0,95; ⁴Y=3,3410-0,4274x, R²= 0,99; ⁵Y=0,6470+0,1095x, R²= 0,98.

Com aumento dos níveis de alho foi observada resposta linear crescente para as variáveis de custo médio da ração por quilo de peso vivo com o aumento dos níveis de alho (Gráfico 5), custo médio da ração (Gráfico 6) e ponto de equilíbrio (Gráfico 7).

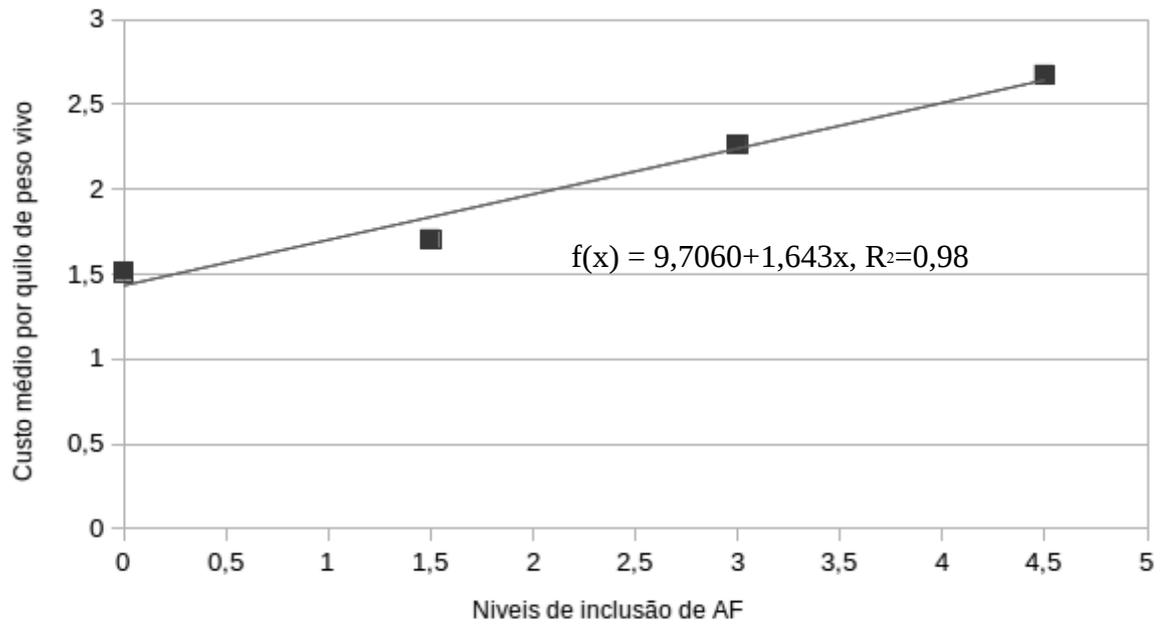


Gráfico 5. Custo médio da ração por quilo de peso vivo ganho (U\$\$) em relação aos níveis de inclusão de alho (%).

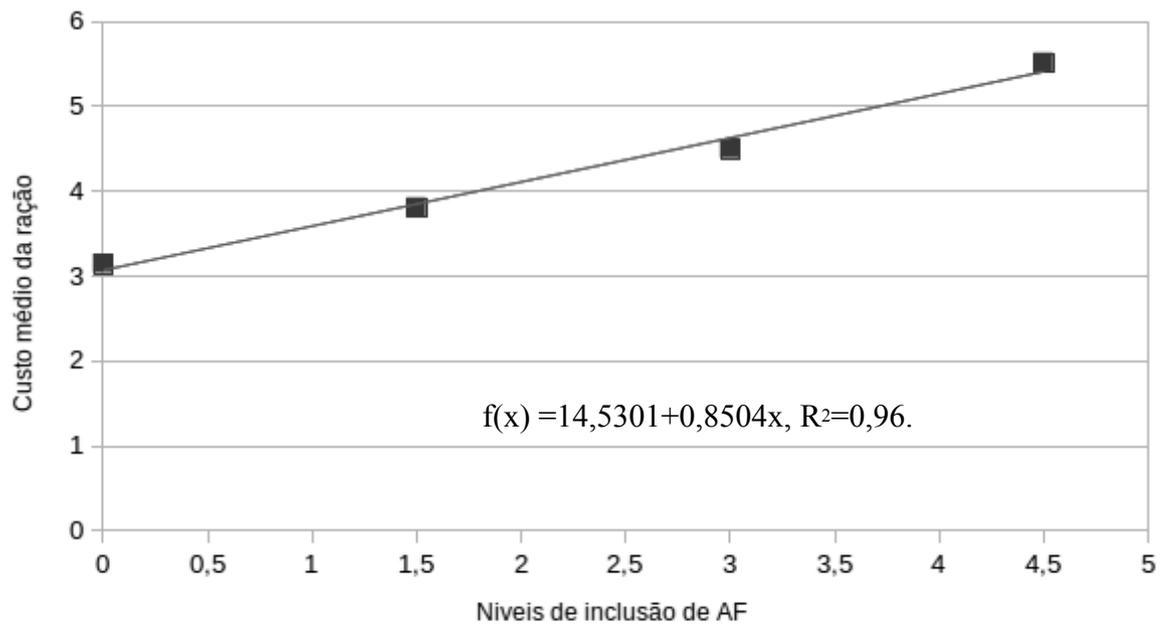


Gráfico 6. Custo médio da ração (U\$\$) em relação aos níveis de inclusão de alho (%).

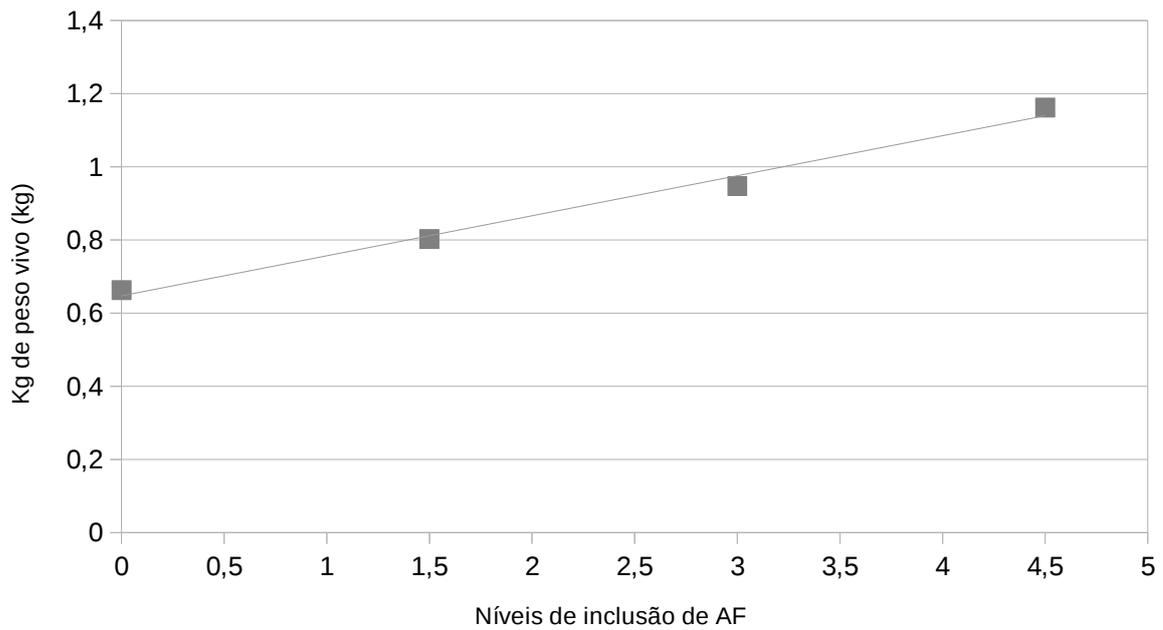


Gráfico 7. Ponto de equilíbrio em quilo de peso vivo (kg) em relação aos níveis de inclusão de alho (%).

Nos parâmetros de margem bruta (Gráfico 8) e índice de rentabilidade (Gráfico 9) foi observada resposta linear decrescente quando há aumento da inclusão dos níveis de alho.

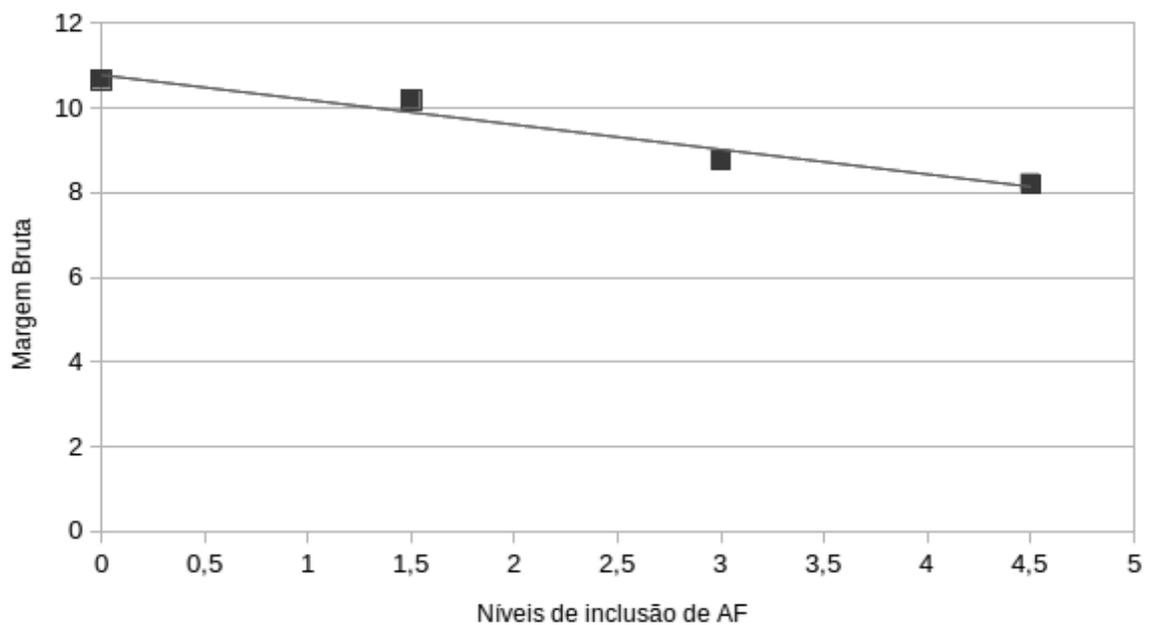


Gráfico 8. Margem bruta (U\$\$) em relação aos níveis de inclusão de alho (%).

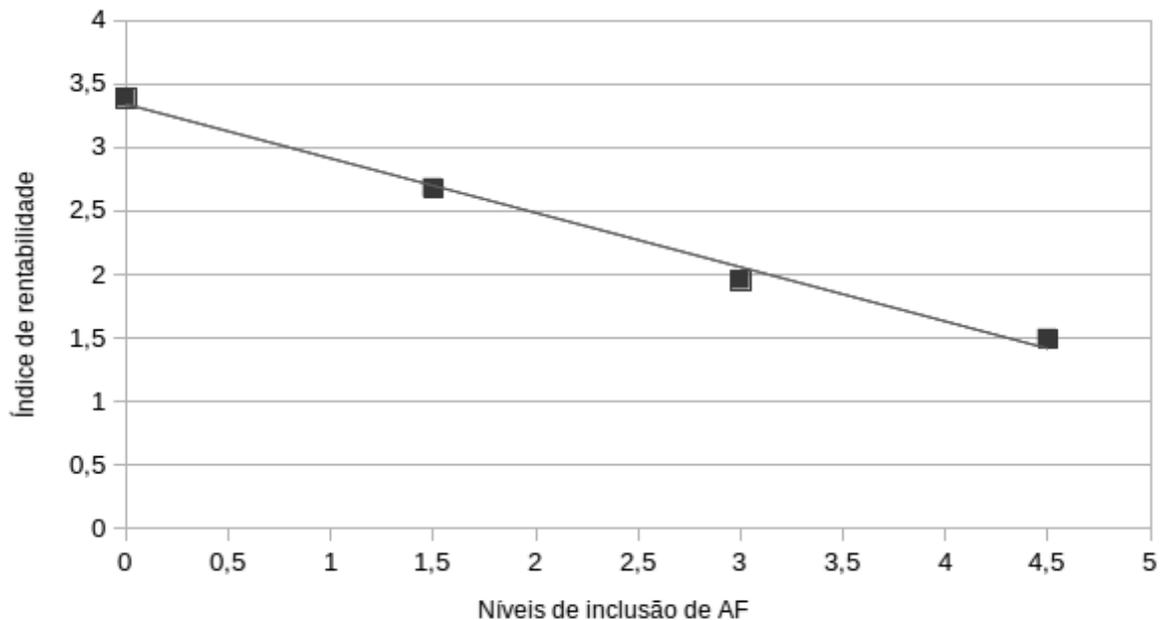


Gráfico 9. Índice de rentabilidade (%) em relação aos níveis de inclusão de alho (%)

2.4. DISCUSSÃO

A composição do alho pode variar de acordo com a fonte, idade da planta durante a coleta, condições de armazenamento, tipo de processamento, forma de consumo, bem como variedade e cultivar (Sivam, 2001). No entanto, os valores de matéria mineral e umidade são próximos dos descritos nas tabelas de alimentos brasileiras (NEPA, 2011). Análise do bulbo de alho com casca resultaram em teores diferentes dos encontrados no presente estudo, alcançando valores de 12,15% de proteína bruta, 0,78% de extrato etéreo, 65,4% de amido, 5,9% de cinzas e 12,4 g/kg de polifenóis totais (Varmaghany et al., 2015). A quantidade de nutrientes do Alho é uma qualidade com interesse zootécnico, mas deve enfatizar-se que o produto foi usado como um aditivo e, portanto, a contribuição nutricional não será discutida neste estudo. Em adição, níveis de inclusão do alho, grau de infestação de *Eimeria* e os dias

das coletas de amostras, podem afetar o efeito coccidiostático, resultando em diferenças descritas na literatura (Poulari et al., 2014).

Uma das desvantagens em utilizar o alho fresco em rações para frangos seria o forte odor característico do bulbo, no entanto, foi observado aumento do consumo de ração AF4.5 no período inicial e considerando no período total do experimento, sem representa aumento no ganho de peso e redução da conversão alimentar. Diferentemente dos resultados encontrados, a utilização de bulbo de alho desidratado e moído em níveis de 0,75% resultou em aumento do ganho de peso de frangos da linhagem Anak (Onyimonyi et al., 2012), enquanto níveis de 3% reduziu a conversão alimentar para frangos da linhagem Cobb (Elagib et al., 2013) e 1% aumentou peso corporal de frangos de corte da linhagem Cobb-400 (Karangiya et al., 2016).

A utilização de sistema semi-confinado de frangos de corte e de alho fresco descascado e moído foram fator preponderante para as diferenças entre o estudo atual e a literatura citada, levando em consideração que os demais estudos foram realizado em frangos em sistema intensivo de produção.

Considerando a diferença entre a contagem de oocistos de *Eimerias* entre as coletas e entre as rações, a redução no grau de infecção observado com as rações contendo alho pode está ligado compostos sulfurados presentes, tais como propil tiosulfato, além de outros compostos que possuem eficácia comprovada em outras plantas, atuando na regulação do ciclo de vida de *Eimeira ssp.*, à exemplo dos compostos fenólicos, entre eles a antocianidina, estimulação da imunidade do hospedeiro, como o α -tocoferol, ou regulação da microflora intestinal, como alguns polissacarídeos, por exemplo a inulina, mas o mecanismo de atuação coccidiostática do alho propriamente dito permanece elusivo (Muthamilselvan et al., 2016). Em produtos mais concentrados do alho, como o extrato, ao utilizar a dose 750 mg de extrato por quilo de ração, foi observado redução no grau de infecção por *Eimerias* em frangos de

corde sem melhorar o desempenho promovendo resistência do hospedeiro à coccidiose e auxiliando na integridade epitelial da mucosa intestinal dos frangos (Arczewska; Świątkiewicz, 2013).

A baixa eficiência das rações contendo alho na eliminação da infecção por *Eimeria* pode ser devido a menor eficácia contra coccidiose quando usado para tratar e mais eficaz na profilaxia, como descrito por Abu-Akkada et al. (2010) ao avaliar a inclusão de alho fresco em rações para coelhos domésticos com inclusão de 0,5 g de alho fresco/kg peso vivo.

A presença de infecção multi-específica por *Eimerias* pode ter dificultado o controle de espécies como a *E. acervulina*, descrita na literatura como sensível a presença de propil tioossulfato mais óxido de propil-tioossulfato, composto isolado do alho, na concentração de 10 mg/kg de ração (Kim et al., 2013). Ao observar a frequência de espécies ente as rações na coleta inicial, podemos verificar uma forte atuação da AF3.0 contra *E. acervulina*, *E. mivati*, *E. mitis* e *E. praecox*, porém o controle da frequência não foi observado na colta final, evidenciando que em infestações com mais de uma espécie, o controle das infecção é prejudicado, apresentando assim maior diversidade populacional, favorecendo o hospedeiro por não haver dominância de nenhuma espécie, reduzindo o efeito maléfico destas na integridade da mucosa intestinal.

A não diferença estatística no ganho de peso dos frangos entre os tratamentos, e o aumento do consumo de ração observado no AF4.5 resultou em aumento nos custos das rações AF, reduzindo o índice de rentabilidade, que representa a taxa de retorno do capital empregado. No entanto, a receita bruta e a margem bruta foram positivas para todos os tratamentos, viabilizando economicamente a inclusão de alho *in natura* como alternativa aos ionóforos, para reduzir o grau de infecção por *Eimeria*, levando em consideração que quanto maior o nível de inclusão menor o retorno econômico.

A diferença de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar entre as semanas é um parâmetro importante para a tomada de decisão do produtor que pode avaliar em concordância com a viabilidade econômica e a infecção por *Eimerias*, a possibilidade de reduzir ou aumentar os níveis de inclusão de alho, para obter o melhor desempenho durante o período de produção.

O rendimento de carcaça mais elevado foi observado no AF3,0 sem afetar os outros cortes, concordando em parte com a literatura que descrevem alguns casos em que o bulbo de alho desidratado e moído aumenta o peso da carcaça, conforme encontrado por Elagib et al. (2013) ao suplementar 3% do produto para frangos, enquanto que Javandel et al. (2008) ao avaliar farinha de alho a 2% para frangos de corte Ross, e Issa e Omar (2012) a 0,04% de bulbo de alho desidratado e moído não verificaram alteração no rendimento de carcaça de frangos criados em sistema intensivo de produção.

A inclusão de bulbo de alho *in natura* descascado e moído em rações para frangos de corte estimula o consumo de ração sem, afetar as variáveis de desempenho, atuando na redução do grau de infecção por *Eimerias* quando comparado com dietas contendo ou não ionóforos, principalmente com o aumento do tempo de consumo do alho. Em relação a menor rentabilidade econômica observada nas rações contendo AF, deve-se levar em consideração que o preço do alho pode variar de acordo com região de cultivo e estação do ano, sendo a escolha pautada nos benefícios da inclusão do alho em dietas para frangos de corte em sistema semi-confinado.

2.5. CONCLUSÃO

A inclusão de 3,0% de alho *in natura* descascado e moído em rações para frangos de corte em sistema semi-confinado propiciou melhores resultados quanto as variáveis de desempenho. O nível de 1,5% reduziu o grau de infecção por *Eimeria*, e portanto, permitiu melhor controle da infecção ao final do período experimental. A utilização do alho *in natura* em sistema semiconfinado “tipo caipira” dependerá da disponibilidade de recursos financeiros diante do benefício biológico da sua utilização.

REFERÊNCIAS

- ABU-AKKADA, S. S.; ODA, S. S.; ASHMAWY, K. I. Garlic and hepatic coccidiosis: Prophylaxis or treatment? **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, p. 1337–1343, 2010.
- AHAD, S. et al. Seasonal impact on the prevalence of coccidian infection in broiler chicks across poultry farms in the Kashmir valley. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 39, n. 4, p. 736–740, 2015.
- ANTLE, J. M. Benefits and costs of food safety regulation. **Food Policy**, v. 24, n. 1, p. 605–623, 1999.
- [AOAC] **Association of Official Analytical Chemists**. 2000. Official methods of analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- ARCZEWSKA, W. A.; ŚWIĄTKIEWICZ, S. Improved performance due to dietary supplementation with selected herbal extracts of broiler chickens infected with *Eimeria* spp. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 22, n. 3, p. 257–263, 2013.
- BELLAVER C. et al. Raízes de malte como ingredientes de ração para suínos em estágios de crescimento e finalização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.
- CONWAY, D.P., MCKENZIE, M.E. **Poultry coccidiosis: diagnostic and testing procedures**. Ames (IA): Blackwell Publishing. 2007.
- EL-KHTAM, A. O. et al. Efficacy of turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) on *Eimeria* species in broilers. **International Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 3, n. 3, p. 349–356, 2014.

ELAGIB, H. A. A. et al. Effect of dietary garlic (*allium sativum*) supplementation as feed additive on broiler performance and blood profile. **Journal of Animal Science Advances**, v. 3, n. 2, p. 58–64, 2013.

GAZONI, F. L. et al. Coccidiosis prevalence and correlation with intestinal health of broilers in brazilian agricultural industries between the years 2012 and 2014. **International Journal of Poultry Science**, v. 14, n. 9, p. 511–515, 2015.

HOSSAIN, M. I. et al. Probiotics as potential alternative biocontrol agents in the agriculture and food industries: A review. **Food Research International**, v. 100, n. 1, p. 63-73. 2017.

ISSA, K. J.; OMAR, J. M. A. Effect of garlic powder on performance and lipid profile of broilers. **Open Journal of Animal Sciences**, v. 2, n. 2, p. 62–68, 2012.

JAVANDEL, F. et al. The favorite dosage of garlic meal as a feed additive in broiler chickens ratios. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 11, n. 13, p. 1746–1749, 2008.

KARANGIYA, V. K. et al. Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on feed intake, growth performance and economics in commercial broilers. **Veterinarian World**. v. 9, n. 3, p. 245-250, 2016.

KIM, D. K. et al. Improved resistance to *Eimeria acervulina* infection in chickens due to dietary supplementation with garlic metabolites. **British Journal of Nutrition**, v. 109, n. , p. 76-88, 2013.

KÖPPEN W, GEIGER R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

KOSTADINOVIC, L. et al. Botanical supplements as anti-coccidial alternatives in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, n. 1, p. 27–36. 2015.

[MAPA] **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2008. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (R.I.I.S.P.O.A.). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 fev. 2008 Seccion 1, p. 10785.

[MAPA] **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 1999. Acesso em: 31 de out. de 2017. Disponível em: <http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/712_GED.pdf>

MURAKAMI, A. E. et al. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milho em substituição ao milho. **Acta Scientiarum Animal Science**. v. 31, n. 1, p. 31–37, 2009.

MUTHAMILSELVAN, T. et al. Herbal remedies for coccidiosis control: A review of plants, compounds, and anticoccidial actionsEvidence-based **Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016, n. 2016, 2016.

[NEPA] **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação**. Universidade Estadual De Campinas. 2011. Tabla brasileira de composição de alimentos, Acesso em 16 de nov de 2016]. <http://www.nepa.unicamp.br/taco/tabela.php?ativo=tabela>.

OLIVEIRA, J. F. **Orientações técnicas sobre a criação de ave caipira**. Natal: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), 2005.

ONYIMONYI, A. E. et al. Growth and hypocholesterolemic properties of dry garlic powder (*Allium sativum*) on broilers. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 11, p. 2666–2671, 2012.

POURALI, M. Antioxidant and anticoccidial effects of garlic powder and sulfur amino acids on *Eimeria*-infected and uninfected broiler chickens. **Iranian Journal of Veterinary Research**. v.15, n. 3, p. 227-232, 2014.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. ed. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

ROEPSTORFF, A.; NANSEN, P. **Epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of swine**. 3. ed. [s.l.] FAO Animal Health Manual, 162 p. 1998.

SIVAM, G. P. Recent Advances on the Nutritional Effects Associated with the Use of Garlic as a Supplement. **Journal Nutrition**, v. 131, p. 1106–1108, 2001.

TERRA, A. T. et al. Frequência de espécies do gênero *Eimeria* abatidos industrialmente no município de Monte Alegre do Sul no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 10, n. 1, p. 87-90. 2011.

TYZZER, E. E. Coccidiosis in gallinaceous birds. **American Journal of Epidemiology**, v. 10, n. 2, p. 269-383, 1929.

VADLEJCH, J. et al. The concentration mcmaster technique is suitable for quantification of coccidia oocysts in bird droppings. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 33, n. 3, p. 291-295. 2013.

VARMAGHANY, S. et al. The effects of increasing levels of dietary garlic bulb on growth performance, systolic blood pressure, hematology, and ascites syndrome in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 94, n. 8, p. 1812-1820. 2015.

CAPÍTULO 3
ALHO COMO CONTROLADOR DE INFECÇÃO POR EIMERIAS E MODULADOR
DE EPITÉLIO INTESTINAL

Resumo: A coccidiose é uma doença que afeta grande parte da produção de frangos no mundo, aumentando os custos de produção com o controle e tratamento. O alho pode ser usado como controlador de infecção por Eimerias devido a presença de compostos como a alicina, compostos fenólicos que são capazes de inibir ou romper o ciclo de desenvolvimento de *Eimeria* spp. Objetivou-se avaliar a inclusão de bulbo de alho *in natura*, descascado e moído (AF) em rações para frangos de corte em sistema semi-confinado avaliando seu efeito como melhorador de desempenho, antioxidante e modulador da mucosa do epitélio intestinal. Um total de 300 frangos de corte machos aos 42 dias de idade foram alimentados com rações experimentais, controle negativo (CN), controle positivo contendo coccidiostático ionóforo (CP) e dietas contendo AF nos níveis de 1,5 (AF1.5), 3,0 (AF3.0) e 4,5% (AF4.5). O período experimental consistiu dos 42 aos 107 dias de idade, com coleta das excretas de frangos para contagem de oocistos por grama de excreta e identificação das espécies de Eimerias. Foi realizado abate dos animais para coleta das porções do duodeno, jejuno e íleo para análise da morfometria do epitélio intestinal. O consumo de ração foi estimulado por AF4.5 (162,66g/ave/dia), e o menor valor observado para CP (150,41 g/ave/dia) e AF1.5 (157,18 g/ave/dia). O maior peso final foi observado no CP (3,39kg), seguido por AF4.5 (3,20 kg) e CN (3,21 kg). Ambas as variáveis apresentaram uma resposta quadrática quando comparados apenas os níveis de alho nas rações. Tanto a presença de alho, como de ionóforos nas rações foi capaz de erradicar a infecção por *Eimeria*, com CP obtendo menor grau de infecção (3700), seguido de AF1.5 (3900), AF3.0 (3900), AF4.5 (6450) e CN (25850). *E. acervulina* foi erradicada (0% de frequência) apenas no AF1.5, enquanto *E. mitis* e *E. mivati* por CP. Há uma ação provável de níveis mais altos de AF contra *E. maxima*. AF3.0 estimulou o desenvolvimento da altura de vilosidades e profundidade de cripta no duodeno (1201,7 e 275,2 μm), jejuno (995,8 e 242,7 μm) e íleo (774,8 e 188,9 μm), enquanto as demais apresentaram valores inferiores. O alho *in natura* descascado e moído possui restrições quanto

a capacidade de modular o epitélio intestinal quando há presença de infecções multiespecíficas por *Eimerias*. O nível de inclusão de 3,0% apresentou melhor capacidade imunostimulante da mucosa epitelial, enquanto o nível de 1,5% foi mais eficaz na eliminação da infecção por *E.acervulina*.

Palavras chaves: *Allium sativum*; *Eimeria spp*; Nutrição; Morfometria.

Abstract: Coccidiosis is a disease that affects all the world's broilers production, increasing production costs with control and treatment. Garlic can be used as a control of *Eimerias* infection due to the presence of compounds such as allicin and phenolic compounds that are capable of inhibiting or disrupting the development cycle of *Eimeria spp*. Aimed with this study was to evaluate the inclusion of fresh, peeled and ground garlic bulbs (AF) in broiler diets in a semi-confined system, evaluating the effect as a performance enhancer, antioxidant and mucosal modulator of the intestinal epithelium. A total of 300 male broilers at 42 days of age were fed with experimental rations, negative control (CN), positive control, containing coccidiostatic ionophore (CP) and diets containing AF at the levels of 1.5 (AF1.5), 3.0 (AF3.0) and 4.5% (AF4.5). The experimental period consisted of 42 to 107 days of age, with collection of broilers excreta to count oocysts per gram of excreta and identification of *Eimerias* species. The birds were slaughtered to collect portions of the duodenum, jejunum and ileum for morphometry analysis of the intestinal epithelium. Feed intake was estimated by AF4.5 (162.66 g/bird/day), and the lowest value observed for CP (150.41 g/bird/ day) and AF1.5 (157.18 g/bird/day). The highest final weight was observed in CP (3.39 kg), followed by AF4.5 (3.20 kg) and CN (3.21 kg). Feed intake and final weight presented a quadratic response when only the levels of garlic in the rations were compared. Rations contained garlic or ionophores were able to eradicate the *Eimeria* infection, with CP obtaining a lower degree

of infection (3700), followed by AF1.5 (3900), AF3.0 (3900), AF4.5 (6450) and CN (25850). *E. acervulina* was eradicated (0% frequency) only in AF1.5, while *E. mitis* and *E. mivati* by CP. There is a probable action of higher levels of AF against *E. maxima*. AF3.0 stimulated the development of villus height and crypt depth in the duodenum (1201.7 and 275.2 μm), jejunum (995.8 and 242.7 μm) and ileum (774.8 and 188.9 μm), while the others treatments presented lower values. The garlic *in natura*, peeled and ground has restrictions on modulate the intestinal epithelium when there is presence of multispecific infections by Eimerias. The inclusion level of 3.0% presented better immunostimulating capacity of the epithelial mucosa, while the 1.5% level was more effective in eliminating *E. acervulina* infection.

Key words: *Allium sativum*; *Eimeria* spp; Nutrition; Morphometry.

3.1. INTRODUÇÃO

A coccidiose é uma doença que afeta grande parte da produção de frangos no mundo, aumentando os custos de produção com o controle e tratamento, assim como redução no ganho de peso ou aumento da mortalidade do plantel (Çiçek et al. 2016) devido o protozoário alojar-se no intestino provocando lesões, que reduzem a capacidade e metabólica absorptivas das aves.

A utilização de anticoccidianos químicos ou ionóforos é comumente realizada para o controle da coccidiose, no entanto em criações semi-intensiva essa prática não é permitida (MAPA, 1999), necessitando de alternativa natural para o controle da infecção. O alho pode atuar como coccidiostático em produções de frangos devido a presença de diversos compostos tais como a alicina, compostos fenólicos, propil tiosulfato e inulina, que apesar do mecanismo de ação não está muito bem elucidado, estes compostos são capazes de inibir ou romper o ciclo de desenvolvimento de *Eimeria* spp., modular a imunidade do hospedeiro e favorecer a

microbiota benéfica intestinal com consequente melhoria na absorção de nutrientes, respectivamente (Muthamilselvan et al., 2016). Sugere-se que há ação sinérgica dos diversos compostos capazes de atuar no controle e/ou tratamento de infecção por *Eimerias* em coelhos (Al-Quraishy et al., 2011)

A identificação das espécies de *Eimerias* é fundamental no desenvolvimento de uma estratégia de prevenção e controle da coccidiose, sendo a identificação por morfometria uma técnica de fácil execução e economicamente viável quando comparada com outras técnicas (Gomes et al., 2009; Lan et al., 2017). É descrito na literatura a ação de alguns compostos isolados de alho na promoção da resistência de frangos contra *E. acervulina* e *E. tenella*, como o propil tiosulfato mais óxido propil tiosulfato na concentração de 10 mg/kg de ração e alicina na concentração de 1,8 mg/ml testado *in vitro*, respectivamente (Kim et al., 2013. Alnassan et al., 2015). No entanto, os compostos isolados são metabólitos secundários voláteis que necessitam de extração e purificação para obtenção de um produto puro, de difícil quantificação no alho *in natura*. Sendo assim, a eficácia do alho *in natura* contra uma ou mais espécies é reduzida, principalmente em infecções multiespecíficas por *Eimerias* (Gadelhaq et al., 2018).

A presença de antioxidantes no alho, assim como demais compostos citados, sugere sua atuação no rompimento do ciclo de *Eimerias*, assim como estimulante do desenvolvimento da mucosa intestinal das aves. No entanto, considerando a estabilidade, volatilidade e concentração desses compostos, é importante avaliar se o alho *in natura* possui ação coccidiostática capaz de propiciar mesmos benefícios do fitoterápico ou ionóforos usados na avicultura “industrial”. Dessa forma, objetivou-se avaliar a inclusão de bulbo de alho *in natura* em dietas para frangos de cortes de corte avaliando seu efeito como melhorador de desempenho, coccidiostático e modulador epitélio intestinal.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Local e instalação

O experimento foi realizado na unidade experimental de Jiqui na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), localizada na cidade de Parnamirim no Rio Grande do Norte, com altitude $-5^{\circ}47'42''$ e longitude $-35^{\circ}12'34''$, caracterizado em clima tropical quente (Aw) de acordo com a classificação de Köppen e Geiger (1928) e temperatura média de $26,5^{\circ}\text{C}$.

A estrutura experimental consistiu de 30 unidades de alojamento, contendo cada um. área coberta com telha de barro, telados, e raspas de madeiras sob piso de cimento ($3,78\text{ m}^2$) e área externa telada e piso de terra ($20,0\text{ m}^2$) e pé direito de 3 m. As raspas de madeiras utilizadas eram novas e não passaram por nenhum tratamento anterior ao experimento. Cada unidade de alojamento continha um comedouro e bebedouro com altura ajustável de acordo com a idade dos frangos e um comedouro adaptado para capim-elefante (forragem). O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética sobre o Uso de Animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, sob protocolo 23091.005804/2015-13 - CEUA - UFERSA.

3.2.2. Dietas experimentais

Os tratamentos dietéticos foram formulados com base em duas rações para cada estágio de desenvolvimento dos frangos de corte, dos 42 a 74 dias de idade (fase intermediária) e 75 a 107 dias de vida (fase final). A ração controle negativo (CN) não continha aditivos químicos em sua composição, e apresentava milho grão e farelo de soja triturados, com inclusão de premix mineral e vitamínico na formulação (Tabela 12). As demais rações experimentais foram formuladas com inclusões dos aditivos a serem estudados em substituição (kg/kg) ao

inerte da ração CP, areia lavada. O tratamento controle positivo (CP) contendo coccidiostático ionóforo comercial (salinomicina) com nível recomendado pelo fabricante, 0,01%, e os tratamentos contendo bulbo de alho fresco, descascados e moído (AF) nos níveis de 1,5%, 3,0% e 4,5%, AF1.5, AF3.0 e AF4.5, respectivamente.

O alho foi adquirido em comércio local de um mesmo fornecedor para todo o experimento com fornecimento semanal. O processamento foi realizado manualmente, separando os dentes dos bulbos, descascado-os e posterior moagem em forrageira.

As rações foram elaboradas com base nas recomendações de Oliveira (2005), considerando necessidade de oferecer forragem diariamente para simular hábito de pastejo, e adaptadas aos requisitos nutricionais para frangos de corte de desempenho regular preconizadas por Rostagno et al. (2011).

Tabela 12 – Ingredientes e composição nutricional da ração controle negativo.

Ingredientes	42 – 74 dias	75 – 107 dias
Milho grão moído	53,80	57,04
Farelo de soja moída	33,70	29,75
Óleo de soja	4,73	5,70
Calcário calcítico	0,85	0,79
Fosfato bicálcico	1,65	1,49
Sal comum	0,46	0,44
DL-Metionina	0,10	0,09
Premix mineral ¹	0,10	0,10
Premix vitamínico ²	0,10	0,10
Inerte ³	4,50	4,50
Composição nutricional calculada		
EMA (kcal/kg)	3000,00	3100,00
Proteína Bruta (%)	19,47	17,95
Lisina digestível (%)	0,9682	0,9613
Metionina digestível (%)	0,3682	0,3650
Cálcio (%)	0,8225	0,7517
Fósforo disponível (%)	0,4117	0,3755
Cloro (%)	0,3251	0,3090
Sódio (%)	0,2013	0,1904
Potássio (%)	0,7727	0,7099
Diferença Cation-aniônica (mEq/kg)	193,57	177,30

¹Premix mineral por quilo de ração: Manganês 14.000 mg/kg; zinco 12.000 mg/kg; ferro 10.000 mg/kg; cobre 1.800 mg/kg; iodo 200 mg/kg; selênio 60 mg/kg; ²Premix vitamínico por quilo de ração: Vitamina A 3.600.000 UI; vitamina D3 740.000 UI; vitamina E 6.400 UI; vitamina K3 800 mg/kg; vitamina B1 4.800 mg/kg; vitamina B12 40 mg/kg; vitamina B2 2.000 mg/kg; vitamina B6 960 mg/kg; ácido fólico 280 mg/kg; ácido pantotênico 44 mg/kg; niacina 12.000 mg/kg; biotina 20 mg/kg; ³Areia lavada.

3.2.4. Animais e distribuição experimental

No ensaio de desempenho foram alojados 350 frangos da linhagem Sasso pescoço pelado com um dia de idade, machos, alimentados com ração comercial até os 28 dias, como

permitido na legislação brasileira (MAPA, 1999), compreendendo o período de adaptação à rações e estrutura experimental dos 28 aos 41 dias de idade. As aves foram adquiridas pela EMPARN de uma empresa particular e vacinadas contra doença de marek, doença de new castle e doença da bolba aviária. Aos quarenta e dois dias de idade dos frangos iniciou-se o período experimental, a partir da distribuição uniforme em grupos de 20 aves com mesma média de peso vivo por tratamento (0,821 kg). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento.

3.2.5. Análise dos compostos do alho *in natura*, descascado e moído

Realizou-se análise de determinação dos polifenóis extraíveis totais no bulbo de alho *in natura*, descascado e moído seguindo-se a metodologia proposta por Larrauri et al. (1997), com solução Folin, e posterior leitura em espectrofotômetro ultravioleta visível (UV-VIS) a um comprimento de onda de 700 nm. Foram realizadas análise do teores de antocianinas e flavonóides amarelos seguindo a metodologia de Francis (1982), com extração em etanol-HCl,1,5N, e posterior leitura em espectrofotômetro ultravioleta visível (UV-VIS) com comprimentos de onda de 535 nm para antocianinas e 374 nm para flavonóides amarelos.

3.2.6. Desempenho

No período experimental foi realizado fornecimento e monitoramento da oferta de alimento, ração e forragem triturada. Os frangos foram pesados semanalmente para acompanhamento do ganho de peso durante o experimento, com base nesses dados foram calculados o peso final ao abate e conversão alimentar.

2.2.7. Contagem de oocistos por grama de excretas e identificação

Antes de iniciar o experimento foi realizada análise de nas excretas dos frangos para confirmar a infecção por *Eimeria* spp. no plantel. Foram realizadas duas coletas de amostras de excretas durante o experimento, a primeira em uma semana após a ingestão de ração experimental e outra ao final do experimento. Foram coletadas amostras de três unidades experimentais de cada tratamento usando lonas de plástico esticadas sobre a cama, durante duas horas no início da noite. As excretas foram colocadas em sacos de plástico, identificadas e resfriadas para análise no dia seguinte. A contagem de oocistos por grama de excretas foi realizada usando a técnica de Mac Master simples seguindo a metodologia Roepstorff e Nansen (1998), sugerida por Vadlejch et al. (2013).

A incubação das amostras para esporulação das *Eimerias* foi realizada em temperatura ambiente em solução de dicromato de potássio a 2,5% pelo período de sete dias. O material sobrenadantes obtido após lavagens sucessivas das amostras foi inserido em lâmina para microscopia óptica. Uma câmera digital para microscópio foi utilizada para o registro de 100 imagens de *Eimerias* por lâmina e com um programa computacional de processamento e análise de imagens (ImageJ[®]) foram realizadas medições dos diâmetros maior e menor dos oocistos e cálculo de índice morfométrico, e as mensurações dos diâmetros maior e menor dos esporocistos para identificação das espécies por morfometria.

Os dados foram agrupados em algoritmo computacional para identificação de espécies com base nos intervalos de diâmetros maior e menor do oocistos e do esporocisto e índice morfométrico descritos por Conway e McKenzie (2007) e Terra et al. (2001).

3.2.8. Análise histológica

Aos 107 dias de idade foram abatidos doze frangos por tratamento para coleta de amostras do duodeno, jejuno e íleo para realização da análise de morfometria do epitélio intestinal. O procedimento foi realizado em abatedouro comercial seguindo o protocolo de abate de R.I.I.S.P.O.A. (MAPA, 2008), com insensibilização por eletronarcole em cuba d'água e depenados por depenadeira automática.

Aproximadamente 1 cm da porção medial do duodeno, jejuno e íleo foi coletada, lavadas com soro fisiológico a 0,9% e fixadas em formaldeído tamponado a 10% por 24 horas. Em seguida, foram desidratadas em séries crescentes de álcoois (80, 90 e 100%), diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Secções de 5 µm foram cortadas dos blocos de parafina com um micrótomo rotativo e rotineiramente coradas por hematoxilina-eosina. As imagens ópticas foram capturadas em objetiva de 4x com uma câmera acoplada em microscópio óptico e, analisadas utilizando-se o sistema analisador de imagens (ImageJ) para medir as variáveis de altura das vilosidades e profundidade de cripta e relação vilosidade/cripta.

3.2.9. Análise estatística

Os dados foram testados quanto à homocedasticidade e à normalidade da análise de erros, e então identificados dados discrepantes e removidos (outliers e influenciadores). A análise de variância foi realizada e as médias comparados pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade para os contrastes entre todos os tratamentos e análise de regressão entre os tratamentos com níveis de inclusão de alho.

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Análise dos compostos do alho *in natura*, descascado e moído

As análises de antocianinas e flavonóides amarelos no bulbo de alho resultaram em teores de 0,94 mg/100g, 2,01mg/100g, respectivamente, enquanto que para os polifenóis extraíveis totais foi de 9,23 mg de ácido gálico/100g de alho.

3.3.2. Desempenho

Foi observado maior consumo das rações AF4.5 e menor consumo para CP e AF1.5 (Tabela 13). Entre os níveis de alho obteve-se resposta quadrática para a variável de consumo de ração, conforme apresentados no gráfico 10.

Tabela 13 – Desempenho e consumo de ração de frangos de corte machos alimentados com dietas experimentais.

	CN	AF1.5	AF3.0	AF4.5	CP	EP	P	Reg	EP	P
Consumo de ração (g/ave/dia)	157,18 ^{ab}	151,43 ^b	154,73 ^{ab}	162,66 ^a	150,41 ^b	1,14	<0,001	Quad ₁	1,29	<0,01
Peso final (kg)	3,21 ^{ab}	3,17 ^b	3,07 ^b	3,20 ^{ab}	3,39 ^a	0,02	0,002	Quad ₂	0,02	0,029
Conversão alimentar	4,64	3,89	4,95	5,26	16,66	0,43	1,67	-	0,40	1,73

^{a,b,c}Valores com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0.01); EP- Erro padrão da média; P- Probabilidade; Não significativo para análise de regressão (P>0.05).

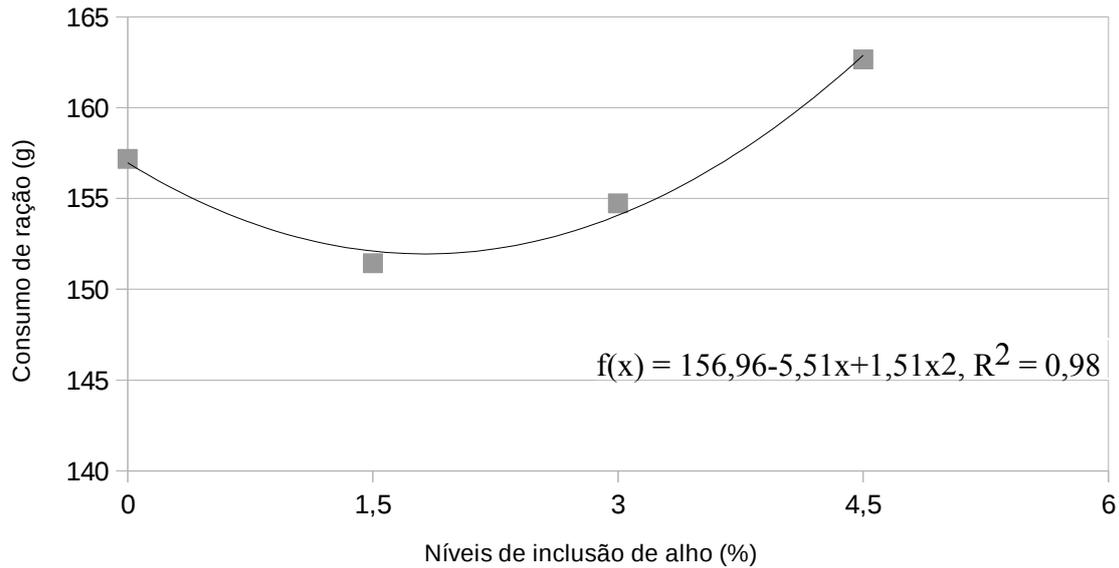


Gráfico 10. Consumo de ração médio de frangos (kg) em relação ao nível de inclusão de alho (%).

O peso final dos frangos machos foi afetado pela inclusão de alho nas rações, com CP obtendo maior peso final seguido pela AF4,5 e CN, enquanto as dietas contendo menores teores de alho (AF1,5 e AF3,0) apresentaram peso final inferior às demais dietas. Ao comparar somente os níveis de inclusão de alho foi observada uma resposta quadrática para o peso final dos frangos (Gráfico 11), demonstrando que a pouca inclusão de alho em dietas prejudicou o peso final das aves, enquanto que níveis superiores a 3,0% há melhora na variável. Não foram observadas diferenças estatísticas para a variável de conversão alimentar entre os tratamentos.

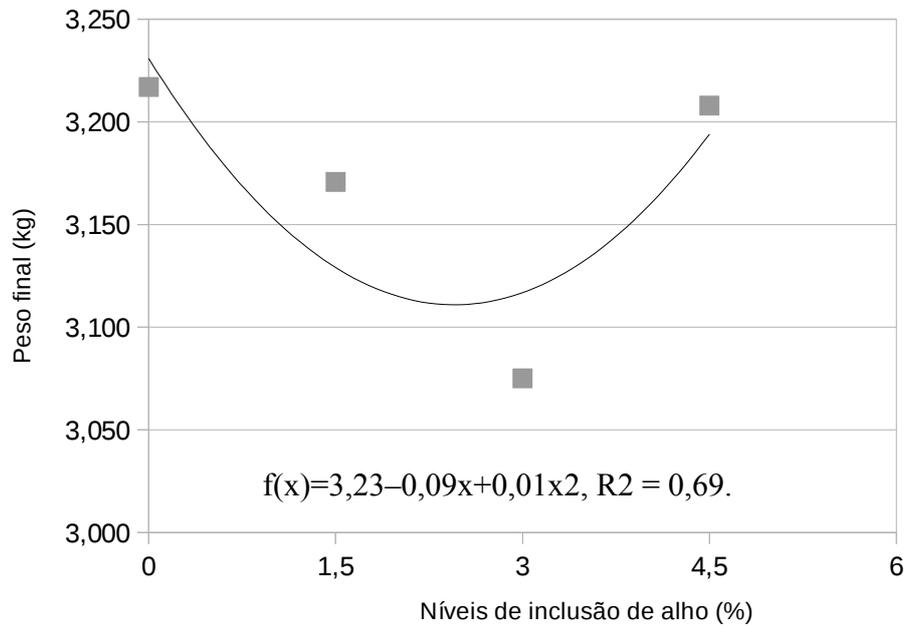


Gráfico 11. Curva polinomial do peso médio ao abate de frangos machos (kg) em relação ao nível de inclusão de alho (%).

3.3.3. Contagem de oocistos por grama de excretas e identificação de *Eimeria spp.*

Não foi possível erradicar a infestação de eimerias a partir da inclusão de coccidiostático comercial e nas dietas contendo alho, observando menor quantidade de oocistos por grama de excreta no CP, AF1.5 e AF3.0, seguido pelo AF4.5 e com maior quantidade de oocistos no CN (Tabela 14).

Tabela 14 – Contagem de oocistos por grama de excretas de frangos de corte e as respectivas frequências de espécies ao final do experimento.

	CN	AF1.5	AF3.0	AF4.5	CP
Contagem (un)	25850	3900	3900	6450	3700
<i>E. acervulina</i>	50,94	0	23,53	33,85	3,08
<i>E. maxima</i>	15,09	79,54	52,94	20,00	93,85
<i>E. necatrix</i>	18,87	2,27	5,88	15,38	1,54
<i>E. mivati</i>	7,55	11,37	3,92	3,08	0
<i>E. mitis</i>	3,77	4,55	3,92	3,08	0
<i>E. praecox</i>	3,78	2,27	9,81	24,61	1,53

Quanto às espécies identificadas na coleta final em frangos machos, CP foi capaz de atuar fortemente contra a *E. mivati* e *E. mitis*, enquanto que o AF1.5 foi mais eficaz em eliminar a população de *E. acervulina* nos frangos. Das rações contendo alho, a AF1.5 obteve espectro de atuação mais próximo do coccidiostático comercial, enquanto que CN apresentou grande variedade populacional, assim como AF3.0 e AF4.5.

3.3.4. Análise histológica

A ração AF3.0 apresentou maior valor para altura de vilosidade no duodeno, com os menores valores sendo observados para AF4.5, CP e CN, e a AF1.5 apresentou altura estatisticamente semelhantes as demais rações (Tabela 15). Não houve diferença para a profundidade de cripta e relação vilo:cripta no duodeno quando comparados todos os tratamentos. Avaliando somente os níveis de inclusão de alho para as características morfométricas do duodeno, a resposta quadrática foi observada para a altura de vilosidade (Gráfico 12) e profundidade de cripta (Gráfico 13).

Tabela 15 – Morfometria duodenal de frangos de corte alimentados com rações experimentais.

	CN	AF1.5	AF3.0	AF4.5	CP	EP	P	Reg	EP	P
AV (µm)	957,4 ^b	1115,8 ^{ab}	1201,7 ^a	993,9 ^b	979,6 ^b	5,35	0,001	Quad ¹	5,45	0,001
PC (µm)	253,1	257,2	275,2	241,0	229,3	21,91	0,143	Quad ²	25,66	0,001
V:C	3,96	4,68	4,46	6,81	4,68	0,14	0,368	-	0,14	0,57

^{a,b}Valores seguidos por mesma letra na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,01); EP-Erro padrão da média; P-Probabilidade. AV – altura de vilosidade; PC-Profundidade de cripta; V:C- relação vilosidade:cripta.

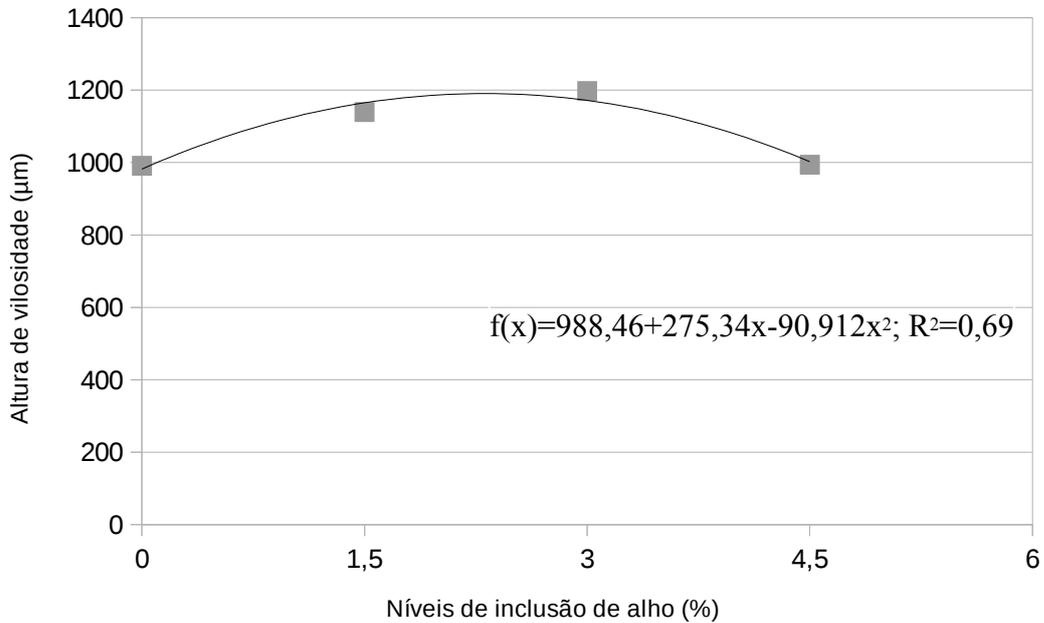


Gráfico 12. Altura de vilosidades do duodeno de frangos de corte em função dos níveis de inclusão de alho (%).

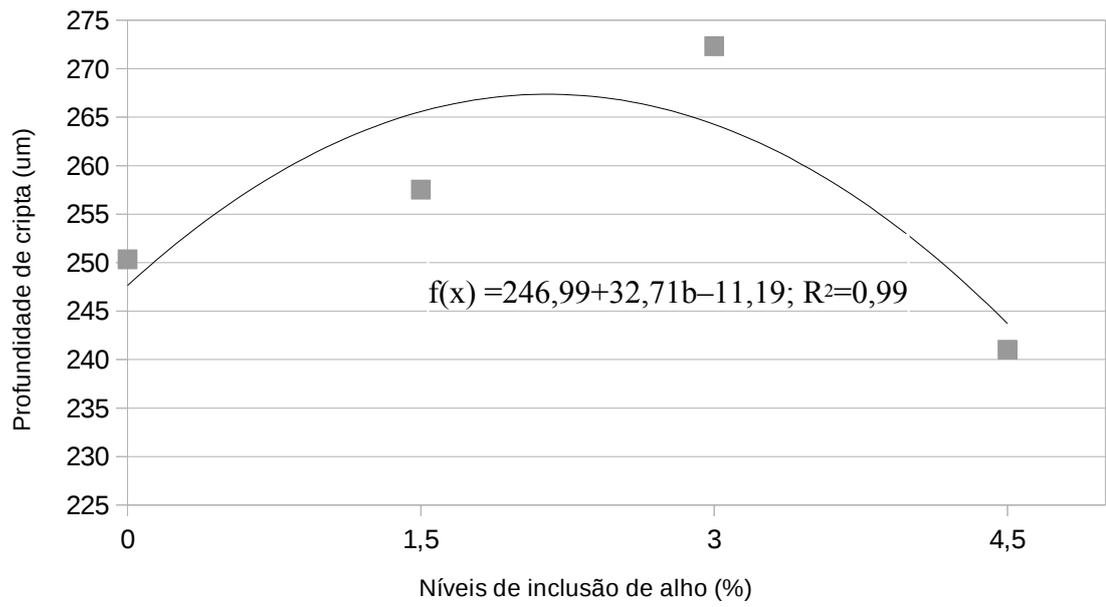


Gráfico 13. Profundidade de cripta do duodeno de frangos de corte em função dos níveis de inclusão de alho.

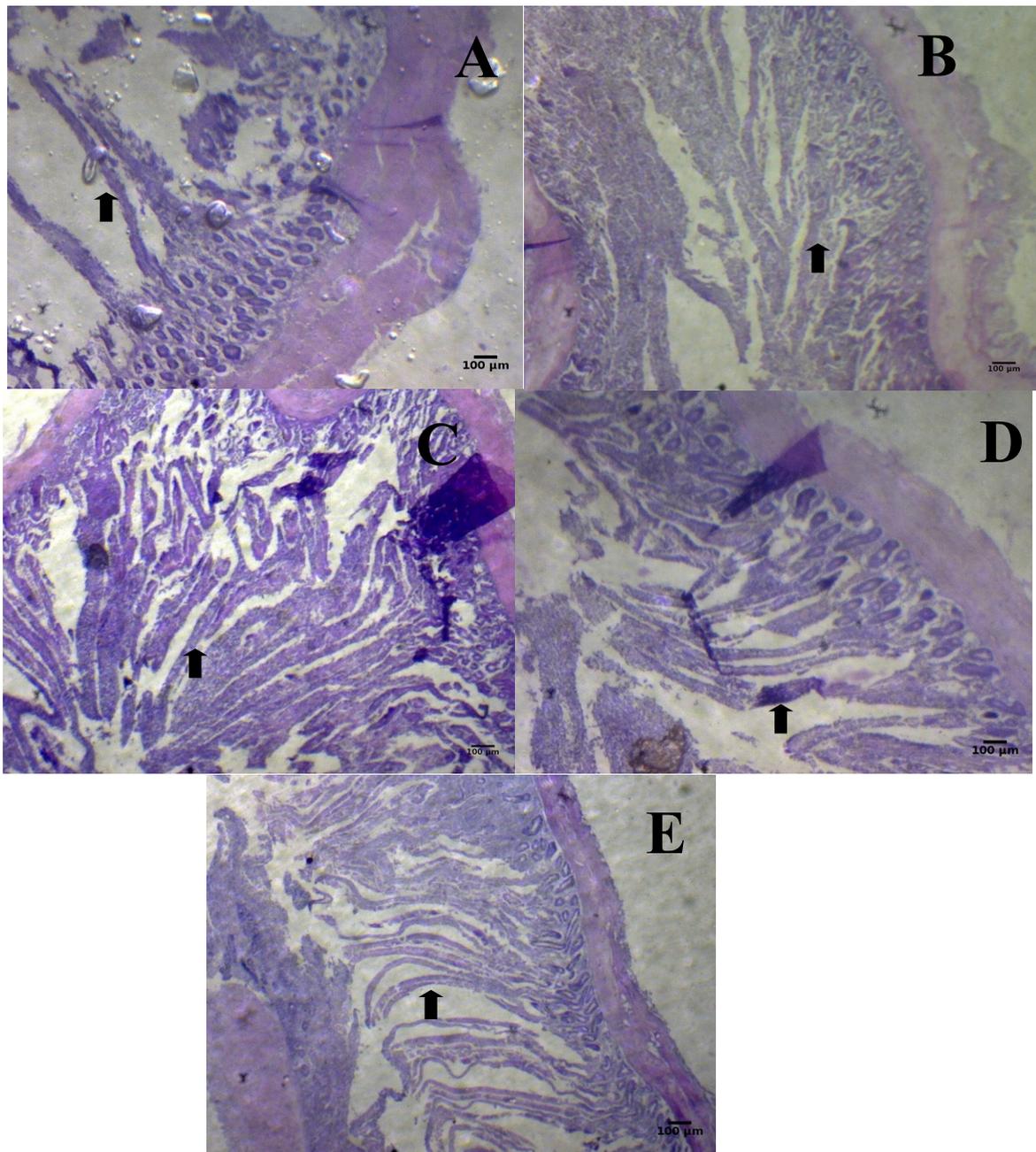


Figura 3. Fotomicrografia do duodeno de frangos de corte de acordo com as rações experimentais, A: CN; B: AF1.5; C: AF3.0; D:AF4.5; E:CP. Setas indicam as vilosidades. Barra :100 µm.

No jejuno das aves tanto para a altura de vilosidades com a relação vilo:cripta, o AF3.0 obteve valores superiores comparadas com as demais dietas, enquanto que CN apresentou valores inferiores, e AF1.5, AF4.5 e CP foram similares entre elas e entre si (Tabela 16). A

maior profundidade de cripta no jejuno também foi observado no AF3.0, juntamente com o CP, e a menor observada no AF1.5. Ao comparar somente os níveis de inclusão do alho, a reposta quadrática foi observada para altura de vilosidade (Gráfico 14), profundidade de cripta (Gráfico 15), e relação vilo:cripta (Gráfico 16).

Tabela 16 – Morfometria jejunal de frangos de corte alimentados com rações experimentais.

	CN	AF1.5	AF3.0	AF4.5	CP	EP	P	REG	EP	P
AV (μm)	776,6 ^b	981,2 ^{ab}	995,8 ^a	966,9 ^{ab}	950,9 ^{ab}	6,71	0,033	Quad ¹	6,80	0,007
PC (μm)	226,4 ^{ab}	173,3 ^b	242,7 ^a	234,3 ^{ab}	247,4 ^a	22,0	0,011	Quad ²	24,69	0,025
V:C	3,72 ^b	6,10 ^a	4,55 ^{ab}	4,75 ^{ab}	4,28 ^{ab}	0,20	0,021	Quad ³	0,24	0,001

^{a,b}Médias seguidas por mesma letra na linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,01$); EP-Erro padrão da média; P-Probabilidade. AV-altura de vilosidade; PC-Profundidade de cripta; V:C- relação vilosidade:cripta.

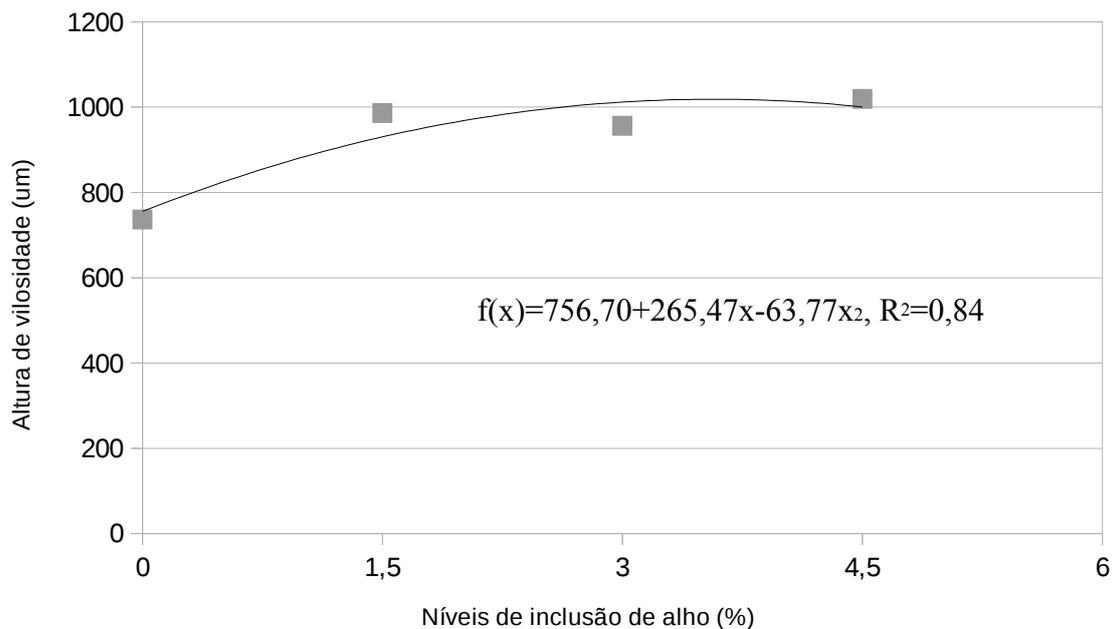


Gráfico 14. Altura de vilosidades do jejuno de frangos (μm) em função dos níveis de alho (%).

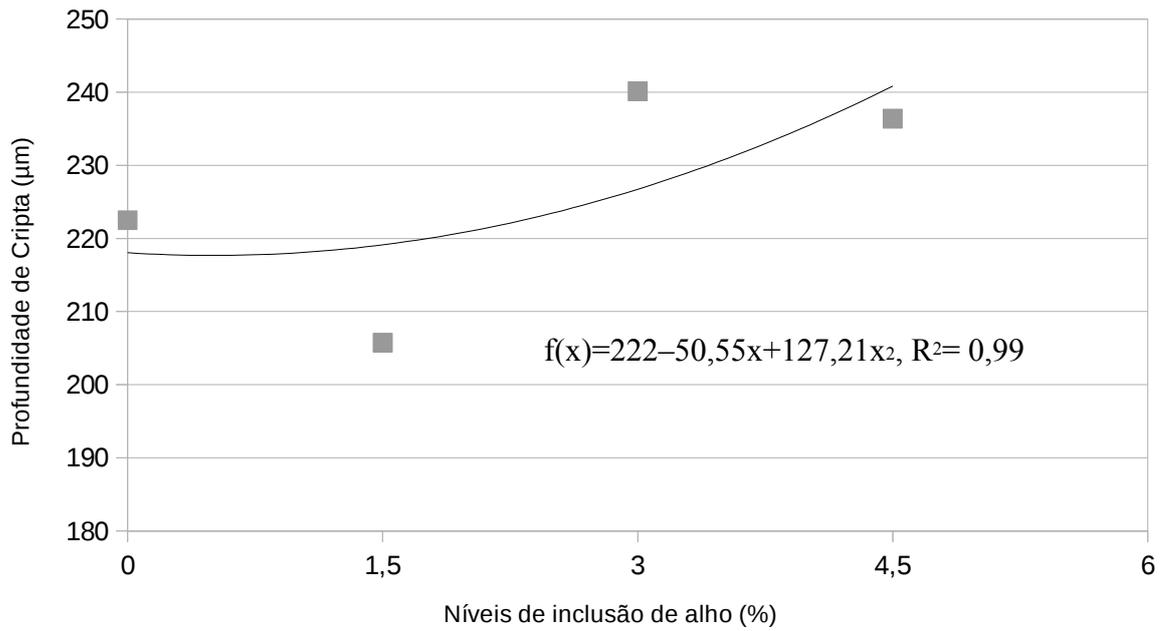


Gráfico 15. Profundidade de cripta do jejuno de frangos (µm) em função dos níveis de alho (%).

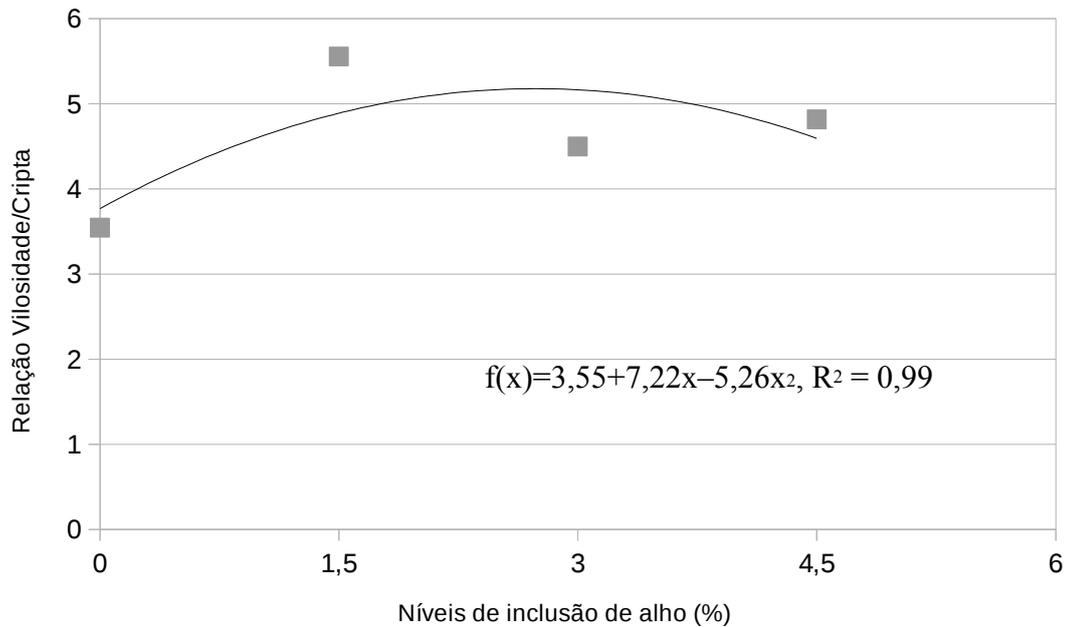


Gráfico 16. Relação vilosidade:cripta do jejuno de frangos em função dos níveis de alho (%).

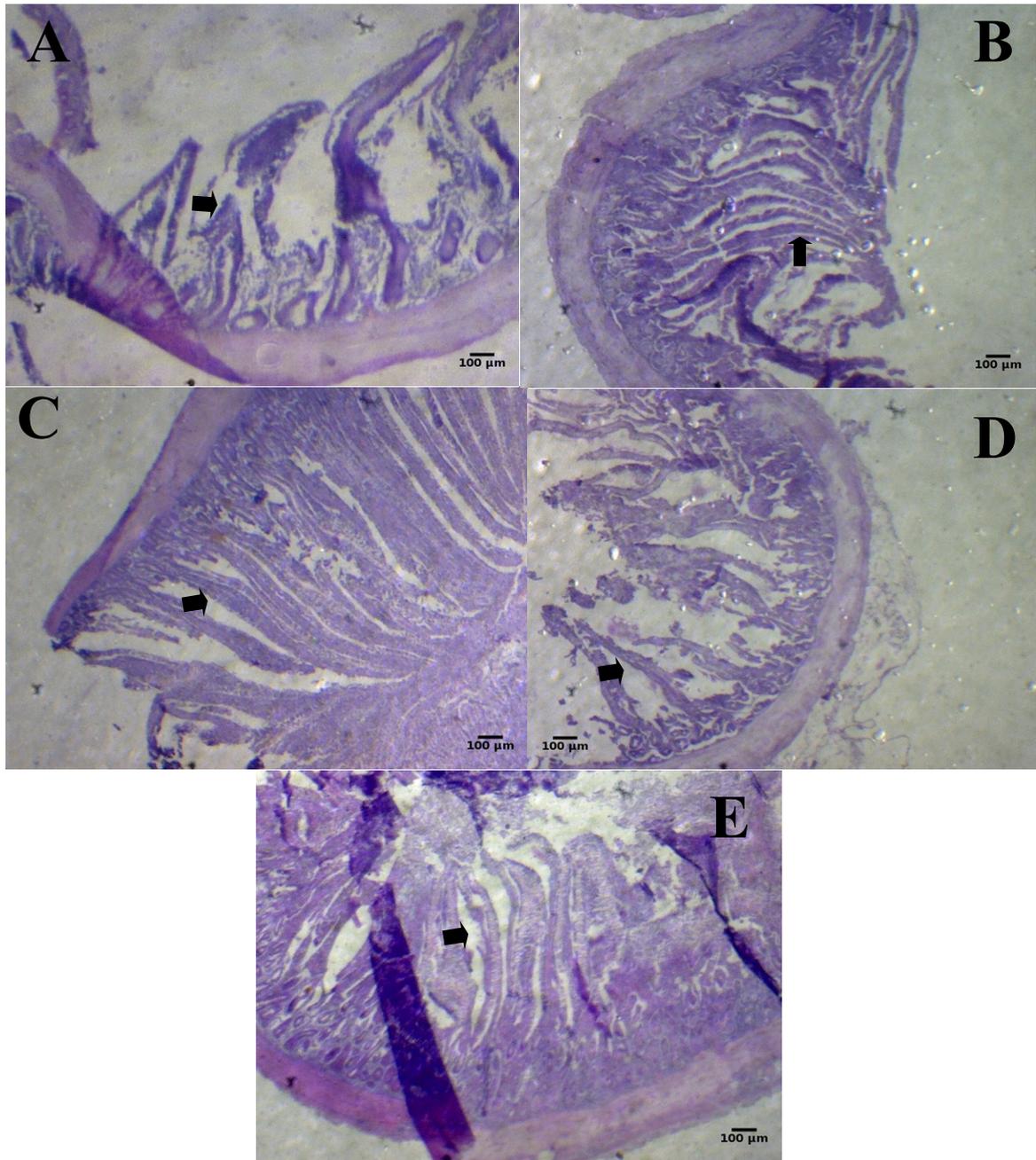


Figura 4. Fotomicrografia do jejuno de frangos de corte de acordo com as rações experimentais, A: CN; B: AF1.5; C: AF3.0; D:AF4.5; E:CP. Setas indicam as vilosidades. Barra :100 µm.

No íleo das aves, a AF3.0 apresentou a maior altura de vilosidades, enquanto as demais dietas apresentaram inferioridade comparada a esta (Tabela 17). Para a profundidade de cripta

o AF3.0 e CN apresentaram valores superiores quando comparados com os demais tratamentos. Não houve diferenças entre os tratamentos para a relação vilosidade:cripta no íleo. Ao comparar somente os tratamentos com níveis de alho a resposta quadrática foi observada para os parâmetros de altura de vilosidade (Gráfico 17), e profundidade de cripta (Gráfico 18), enquanto que para a relação vilosidade:cripta a resposta foi linear (Gráfico 19).

Tabela 17 – Morfometria ileal de frangos de corte alimentados com rações experimentais.

	Tneg	T1,5	T3,0	T4,5	Tpos	EP	P	REG	EP	P
AV (μm)	500,9 ^b	540,2 ^b	774,8 ^a	446,8 ^b	482,6 ^b	4,55	<0,001	Quad ¹	5,48	<0,001
PC (μm)	226,4 ^a	134,7 ^b	188,9 ^a	125,4 ^b	125,1 ^b	14,55	<0,001	Quad ²	17,06	<0,001
V:C	4,82	4,38	4,09	3,89	4,06	0,12	0,200	Lin ³	0,13	0,020

^{a,b}Médias seguidas por mesma letra na linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,01$); EP-Erro padrão da média; P-Probabilidade. AV – altura de vilosidade; PC-Profundidade de cripta; V:C- relação vilosidade:cripta.

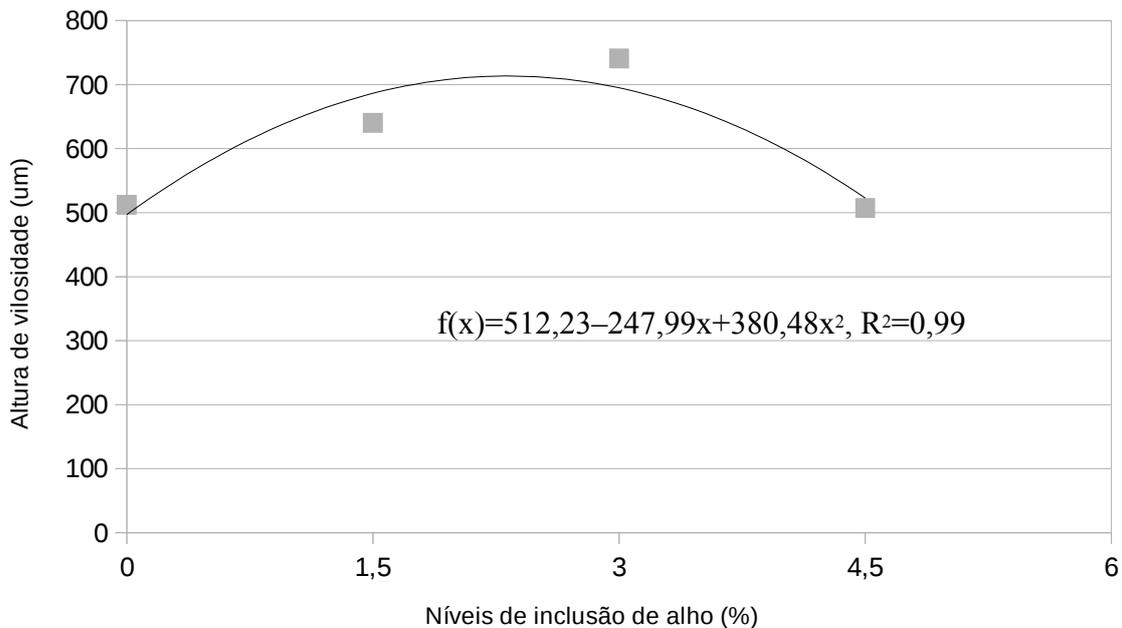


Gráfico 17. Altura de vilosidades do íleo (μm) em função dos níveis de alho (%).

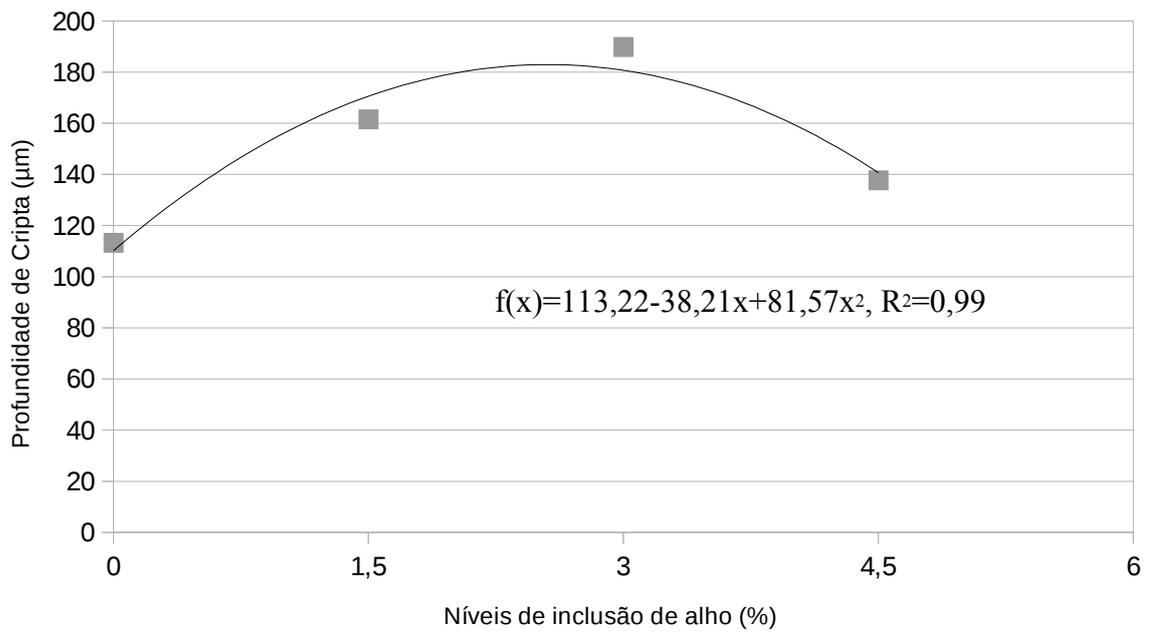


Gráfico 18. Profundidade de cripta do íleo de frangos (µm) em função dos níveis de alho (%).

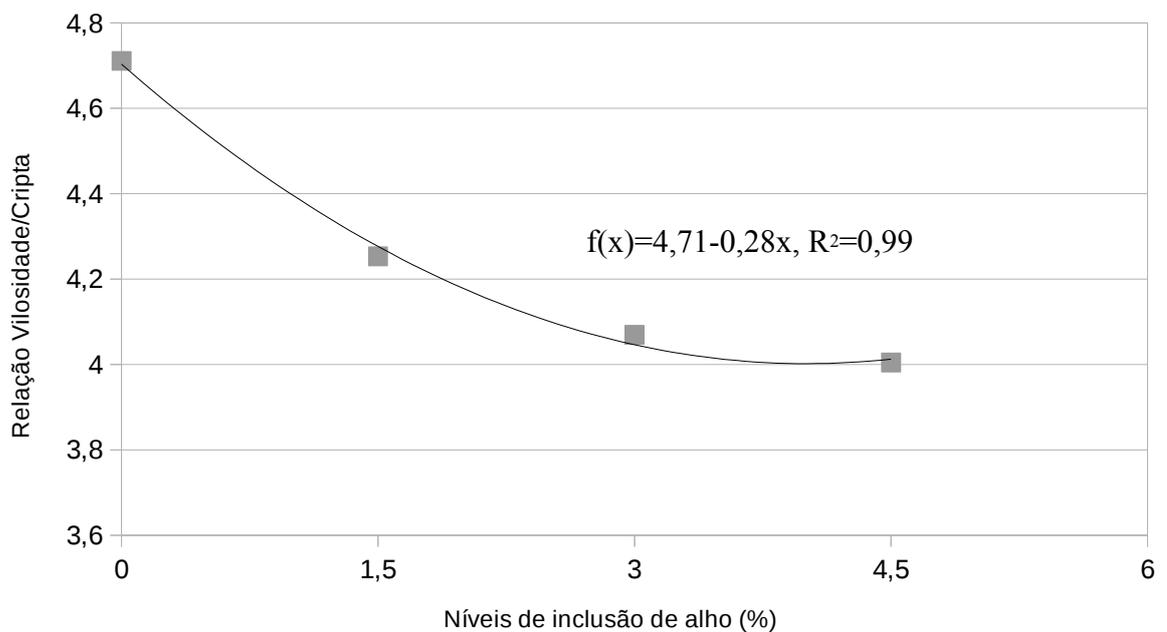


Gráfico 19. Relação vilosidade:cripta do íleo de frangos em função dos níveis de alho (%).

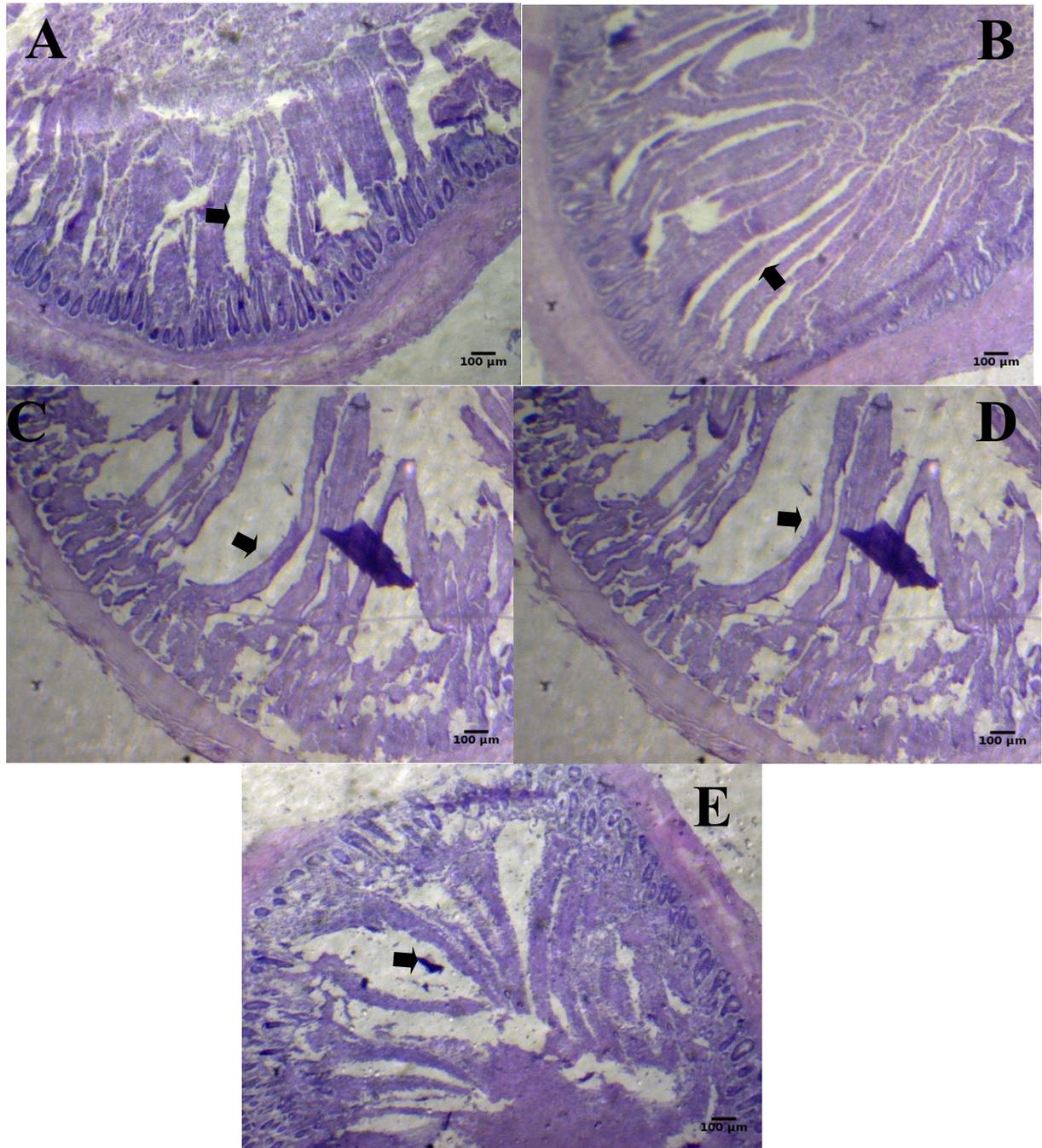


Figura 5. Fotomicrografia do íleo de frangos de corte de acordo com as rações experimentais, A: CN; B: AF1.5; C: AF3.0; D: AF4,5; D: CP. Setas indicam as vilosidades. Barra :100 µm.

3.4. DISCUSSÃO

Os polifenóis extraíveis totais são considerados os antioxidantes mais eficientes do alho, atuando no aumento da resposta imune mediada pelas células T, minimizando o efeito da doença sobre as aves e seu desempenho (Varut e Rotaru, 2017; Sheoran et al., 2017). Os teores encontrados para polifenóis totais no atual estudo está entre a variação descrita por Beato et al. (2011) entre 3,4 mg de ácido gálico/g a 10,8 mg de ácido gálico/g da matéria seca.

A eficiência do coccidiostático comercial pode ser observada quando CP apresentou menor consumo de ração, com maior peso final e menor nível de infecção por *Eimerias*. Enquanto isso, somente a dieta contendo o maior nível de alho, AF4.5 foi capaz de promover peso final semelhante ao CP, porém aumentando o consumo de ração, e não sendo tão eficaz quanto à ação coccidiostática, com o AF1.5 e AF3.0 controlando o grau de infecção a níveis mais próximos do CP.

A maior altura de vilosidade e profundidade de cripta no duodeno, jejuno e íleo na AF3.0 provavelmente despendeu energia excessiva na renovação do epitélio intestinal, que pode ter resultado em menor peso final para esse tratamento.

Em infecções por *E. acervulina* em frangos há aumento nas concentrações de malonil dialdeído no plasma sanguíneo, e redução da atividade de enzimas superóxidos dismutase, evidenciando estresse oxidativo devido a presença da *Eimeria* e o comprometimento do equilíbrio antioxidante (Koinarski et al., 2015). Dessa forma a presença de compostos antioxidantes, como as antocianinas e compostos fenólicos no alho, pode ter favorecido a inibição, ou diminuição da infecção e/ou replicação de *Eimerias*, induzindo-as ao estresse oxidativo (El-Khtam et al., 2014), assim como possível ação compensatória contra ao estresse oxidativo gerado no hospedeiro pela infecção. Os compostos antioxidantes possuem ação de proteção celular contra o estresse oxidativo, sua presença em rações para frangos pode reduzir

a gravidade das infecções por *E. tenella* reduzindo o grau de peroxidação lipídica intestinal (Allen et al., 1998).

Foi observado menor altura das vilosidades em todas as porções do intestino do tratamento CN devido a ausência de aditivos estimulantes comparados com os demais tratamentos. Isolados de alho como o dialil dissulfeto mais dialil trissulfeto são responsáveis por aumentar a altura dos vilos de íleo de frangos de corte em concentrações acima de 1,16 mg/kg de ração (Horn et al., 2016), porém esse resultado não foi observado em AF4.5. O alto grau de infecção observada na AF4.5 e a menor eficiência em controlar algumas espécies pode ter favorecido a altura de vilos semelhantes às rações controle, considerando preferências de determinadas espécies quanto a porções do intestino, *E. acervulina* e *E.praecox* formam lesões principalmente no duodeno, a *E.maxima* e *E.necatrix* na porção medial e a *E.mitis* na porção final (Kawazoe, 2000; Conway: McKenzie, 2007).

A menor profundidade de cripta observada no jejuno e íleo para AF4.5 pode indicar atuação do alho na redução da taxa *turnover* dos vilos, dispendendo essa energia para síntese de novos tecidos (Abdullah et al., 2010), conseqüentemente maior peso final. Esse efeito não foi observado na AF1.5 e AF3.0, indicando um provável direcionamento de nutrientes para metabolismo e regeneração na redução da infecção por Eimerias nesses tratamentos. A presença de infecção multiespecífica por Eimerias no plantel, pode ter desfavorecido a atuação plena do alho como modulador da morfologia do intestino (Abdullah et al., 2010; Lee et al., 2016).

Valores elevados para relação vilo:cripta significa alta altura de vilosidade e menor profundidade de cripta, dessa forma o epitélio está suficientemente amadurecido e funcionalmente ativo, com renovação celular constante. Quando há redução na relação vilo:cripta normalmente significa estado de inflamação intestinal e necessidade de reparação tecidual (Tian et al., 2016). Redução na relação vilo:cripta pode indicar presença de toxinas,

reduzindo a absorção de nutrientes e resistência a doenças, diminuindo o desempenho de frangos (Singh et al., 2016). Assim, a menor relação vilo:cripta no jejuno de CN e a maior nos demais tratamentos, reitera a ação do alho e do ionóforo como controlado de infecção por *Eimerias*.

Em relação às frequências das espécies nos frangos, o CP e AF1.5 foram mais eficientes contra *E. acervulina* e menos contra a *E. maxima*, com dominância da primeira espécie sobre a segunda, com o aumento dos níveis de alho resultando em redução na eficiência contra *E. acervulina*, e aumento contra *E. maxima*. Essa resposta demonstra relação de competição entre as duas espécies, efeito também descrito por Györke et al. (2013). Isso deve ser investigado, tendo em vista que essa espécie aloja-se na área de superfície de absorção de nutrientes no epitélio intestinal, sem apresentar lesões histológicas óbvias, podendo acarretar em maiores perdas na produção (Dubey e Jenkins, 2017).

Como não foi observado aumento da eficácia das dietas contra *E.acervulina* com o aumento dos níveis de inclusão de alho, podemos supor que os compostos presentes no alho, como o tiosulfato, possuem ação limitada contra a *E.acervulina*. Sugere-se que o alho possui ação contra *E. maxima*, com baixa atuação sobre as demais espécies, atuando de forma generalizada.

3.5. CONCLUSÃO

O alho *in natura* descascado e moído possui restrições quanto a capacidade de modular o epitélio intestinal quando há presença de infecções multiespecíficas por *Eimerias*. O nível de inclusão de 3,0% apresentou melhor capacidade imunoestimulante da mucosa epitelial, enquanto o nível de 1,5% foi mais eficaz na eliminação da infecção por *E.acervulina*, com o

aumento dos níveis do alho nas rações há provável capacidade dos tratamentos em reduzir o grau de infecção por *E.maxima* em frangos de corte em sistema semi-confinado.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, A. Y. et al. Small intestinal histology, production parameters, and meat quality as influenced by dietary supplementation of garlic (*Allium sativum*) in broiler chicks. **Italian Journal of Animal Science**, v. 9, n. 80, p. 419–2424, 2010.
- ALLEN, P. C. et al. Dietary modulation of avian coccidiosis. **Internacional Journal of Parasitolog**, v. 28: p. 1131-1140, 1998.
- ALNASSAN, A. A. et al. *In vitro* efficacy of allicin on chicken *Eimeria tenella* sporozoites. **Parasitology Research**, v. 114, n. 10, p. 3913-3915, 2015.
- AL-QURAI SHY, S. et al. Differential miRNA expression in the mouse jejunum during garlic treatment of *Eimeria papillata* infections. **Parasitology Research**, v. 109, n. 2, p. 387-394, 2011
- BEATO, V. M. et al. Changes in phenolic compounds in garlic (*allium sativum* l.) owing to the cultivar and location of growth. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, n. 3, p. 218–223, 2011.
- ÇİÇEK, H. et al. The prevalence of clinical coccidiosis and the estimation of the costs of disease control and treatment in broiler production. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v. 22, n. 4, p. 525–528, 2016.
- CONWAY, D.P., MCKENZIE, M.E. **Poultry coccidiosis: diagnostic and testing procedures**. Ames (IA): Blackwell Publishing. 2007.
- DUBEY, J P.; JENKINS, M. C. Re-evaluation of the life cycle of *Eimeria maxima* Tyzzer, 1929 in chickens (*Gallus domesticus*). **Parasitology**, p. 1–8, 2017.
- EL-KHTAM, A. O. et al. Efficacy of turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) on *Eimeria* species in broilers. **International Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 3, n. 3, p. 349–356, 2014.
- FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins**. In: MARKAKIS, P. (Ed.) *Anthocyanins as food colors*. New York: Academic. 1982.

GADELHAQ, S. M. et al. In vitro activity of natural and chemical products on sporulation of *Eimeria* species oocysts of chickens. **Veterinary Parasitology journal**, n. 251, p. 12-16. 2017.

GYÖRKE, A. et al. Prevalence and distribution of *Eimeria* species in broiler chicken farms of different capacities. **Parasite**, v. 20, p. 50, 2013.

HORN, N. L. et al. Determination of the adequate dose of garlic diallyl disulfide and diallyl trisulfide for effecting changes in growth performance, total-tract nutrient and energy digestibility, ileal characteristics, and serum immune parameters in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 95, p. 2360–2365, 2016.

KAWAZOE, U. **Coccidiose**. In: Berchieri, J. R. A.; Macari, M. Doenças das Aves. Campinas: FACTA. 2000.

KÖPPEN W, GEIGER R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

KIM, D. K. et al. Improved resistance to *Eimeria acervulina* infection in chickens due to dietary supplementation with garlic metabolites. **British Journal of Nutrition**, v. 109, n. 1, p. 76-88, 2013

KOINARSKI, V. et al. Antioxidant status of broiler chickens, infected with *Eimeria acervulina*. **Revue Medical Veterinaire**, v. 156, n. 10, p. 498–502, 2005.

LAN, L. et al. Prevalence and drug resistance of avian *Eimeria* species in broiler chicken farms of Zhejiang province, China. **Poultry science**, v. 96, n. 7, p. 1–6, 2017.

LARRAURI, J.A. et al. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEE, K. W. et al. Effects of dietary fermented garlic on the growth performance, relative organ weights, intestinal morphology, cecal microflora and serum characteristics of broiler chickens. **Brazilian journal of poultry science**, v. 18, n. 3, p. 511–518, 2016.

LILLEHOJ, H. S., LILLEHOJ, E. P. Avian coccidiosis. A review of acquired intestinal immunity and vaccination strategies. **Avian Diseases**. v. 44, p. 408-425. 2000.

[MAPA] Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2008. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (R.I.I.S.P.O.A.). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 fev. 2008 Seccion 1, p. 10785.

[MAPA] **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 1999. Acesso em: 31 de out. de 2017. Disponível em: <http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/712_GED.pdf>

MUTHAMILSELVAN, T. et al. Herbal remedies for coccidiosis control: A review of plants, compounds, and anticoccidial actions Evidence-based. **Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016, 2016.

OLIVEIRA, J. F. **Orientações técnicas sobre a criação de ave caipira**. Natal: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), 2005.

ROEPSTORFF, A.; NANSEN, P. **Epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of swine**. 3. ed. [s.l.] FAO Animal Health Manual, 162 p. 1998.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. ed. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SHEORAN, N. et al. Nutrigenomic evaluation of garlic (*Allium sativum*) and holy basil (*Ocimum sanctum*) leaf powder supplementation on growth performance and immune characteristics in broilers. **Veterinary World**, v. 10, n. 1, p. 121, 2017.

SINGH, J. et al. Effect of sun dried whole bulb garlic powder on nutrient utilization, blood parameters, duodenum morphology and faecal microbial load in broiler chickens. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 87, n. 2, p. 195–198, 2017.

TERRA, A. T. et al. Frequência de espécies do gênero *Eimeria* abatidos industrialmente no município de Monte Alegre do Sul no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 10, n. 1, p. 87-90. 2011.

TIAN, X. et al. Effects of dietary yeast β -glucans supplementation on growth performance, gut morphology, intestinal *Clostridium perfringens* population and immune response of broiler chickens challenged with necrotic enteritis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 144-155, 2016.

TYZZER, E. E. Coccidiosis in gallinaceous birds. **American Journal of Epidemiology**, v. 10, n. 2, p. 269-383, 1929.

VADLEJCH, J. et al. The concentration mcmaster technique is suitable for quantification of coccidia oocysts in bird droppings. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 33, n. 3, p. 291-295, 2013.

VARUT, R. M., ROTARU, L. T. Determination of polyphenol and flavonoid profiles and testing the antibacterial effect of *acanthus longifolius* comparative with *vaccinium myrtillus*. **Revista De Chimie**, v. 68, n. 7, p, 1419-1422. 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de alho *in natura* descascado e moído nos níveis de 1,5, 3,0 e 4,5% em rações para frangos de corte em sistema semi-confinado em lote de sexo misto é capaz de reduzir infecções por Eimerias, com o nível de inclusão de 1,5% atuando melhor no controle da infecção por Eimeria, e o nível de 3,0% propiciando melhores resultados quanto as variáveis de desempenho e frangos de corte criado em sistema semi-confinado.

O alho *in natura* descascado e moído possui restrições quanto a capacidade de modular o epitélio intestinal quando há presença de infecções multiespecíficas por Eimerias. O nível de inclusão de 3,5% apresentou melhor capacidade imunoestimulante da mucosa epitelial, enquanto o nível de 1,5% foi mais eficaz na eliminação da infecção por *E.acervulina*, com o aumento dos níveis do alho nas rações há provável capacidade dos tratamentos em reduzir o grau de infecção por *E.maxima* em frangos de corte em sistema semi-confinado.

A rentabilidade econômica é reduzida com a inclusão de alho *in natura* descascado e moído em rações para frangos de corte em semi-confinamento.