

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA  
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

**CARLOS EDUARDO BRAGA CRUZ**

**FORTALEZA-CE  
MAIO DE 2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA**  
**ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

**CARLOS EDUARDO BRAGA CRUZ**

**Zootecnista**

**FORTALEZA-CE**

**MAIO DE 2015**

**CARLOS EDUARDO BRAGA CRUZ**

**ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO  
ANACÁRDICO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição animal.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

**FORTALEZA-CE**

**MAIO DE 2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Pós-Graduação em Engenharia - BPGE

---

C961a Cruz, Carlos Eduardo Braga.  
Anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico na alimentação de frangos de corte / Carlos Eduardo Braga Cruz. – 2015.  
107 f.: il. color.; enc. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Zootecnia, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2015.  
Área de Concentração: Nutrição Animal.  
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

1. Zootecnia. 2. Ácidos orgânicos. 3. Antioxidantes. 4. Frango de corte – Crescimento.  
I. Título.

CARLOS EDUARDO BRAGA CRUZ

ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO  
ANACÁRDICO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE  
CORTE

Tese submetida à Coordenação do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Aprovada em : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA



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




Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Irani Ribeiro Vieira Lopes  
Universidade Federal do Cariri - UFCA

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



Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe  
Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dr. Flávio Medeiros Viêtes  
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

**“Assim diz o Senhor: Eu não perdi o controle  
da tua vida, esta tudo no meu tempo.  
Não há nada atrasado.  
Aquietai-vos e sabeis que eu sou Deus”**

*(Salmo 46:10)*

*Aos meus pais Tarcisio Cruz e Maria de Jesus Braga Cruz, pelo apoio e exemplo de força e dignidade durante todos os momentos da minha vida.*

*À minha esposa Eveline Viana Salgado Cruz, pela presença nos momentos difíceis, compreensão, dedicação e principalmente pelo amor dedicado.*

*À minha filha Maria Eduarda Salgado Cruz, pelos sorrisos que depois de um dia de cansaço, me davam forças para continuar e acreditar em um amanhã de realizações.*

*Ao meu filho Mateus que ainda nem chegou e já me enche de força para continuar lutando.*

*Aos meus irmãos Marcio Kleber, Cristianne e Adrienne, pelo companheirismo e palavras profetizadas nos momentos de desânimos.*

*Aos meus sogros Francisco Salgado e Maria Leonor Viana Salgado, por tantas vezes que deixaram de viver suas vidas para viverem a nossa.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de realizar o curso de doutorado e pela minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Dr. Ednardo Rodrigues Freitas pela orientação desse trabalho, pela confiança e exemplo de competência e profissionalismo.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA), pela realização das análises químicas, em especial às funcionárias Roseane e Helena, que contribuíram neste trabalho com suas experiências e conhecimento profissional.

Ao Laboratório de Mecânica e Pavimentação dos Solos, pela realização das análises de resistência a quebra dos ossos, em especial aos funcionários Carlos e Roberto, que com paciência me ajudaram no manuseio do equipamento.

Ao Laboratório de Processamentos de Carne da Universidade Federal do Ceará, em especial aos funcionários Luiz e Roseane, pela paciência e contribuição nas análises.

Ao Laboratório de Patologia Clínica da Universidade Estadual do Ceará, pela parceria nas análises bioquímicas e hematológicas.

Aos estudantes de Graduação em Zootecnia da UFC do setor de avicultura, pela incansável ajuda durante toda realização do experimento, meus anjos enviados por Deus, sem vocês tudo teria sido mais difícil. Meu muito obrigado!

Aos amigos da Pós-Graduação que muitas vezes compartilhamos momentos alegres e momentos difíceis.

Aos professores do Curso de Graduação e Pós-Graduação da UFC, pelos ensinamentos e amizade conquistada nesse período do doutorado.

Ao Setor de Avicultura representado pelo Isaías, Cláudio, Paulo e Marcos pela ajuda e contribuição para a execução do experimento.

Ao funcionário Ormanin, pela alegria, cuidado e limpeza da salinha do aviário, onde muitas vezes preparamos nossas refeições e estudamos muito.

Aos meus pais, pela renúncia, dedicação, amor e exemplo de família.



À minha esposa que por tantas vezes teve que aguentar meu mau humor e cansaço e pelo exemplo de mulher corajosa, guerreira, amiga e mãe dedicada.

À minha filha que muitas vezes teve que conviver com minha ausência.

Ao meu filho Mateus que ainda vai chegar e já me dá tanta força para continuar lutando.

Aos meus irmãos, pelo carinho, cumplicidade e amor.

Aos meus sogros, pela dedicação, apoio e ajuda com minha filha nos momentos de ausência.

Aos meus cunhados e cunhadas pela força e incentivo.

À Escola Estadual de Educação Profissional José Ivanildo Nocrato, por compreenderem que a conclusão deste trabalho era importante para mim e para instituição.

A todos que contribuíram e ainda contribuem para minha felicidade e realização profissional.

À Deus, pelo dom da paciência, prudência e sabedoria recebido todos os dias da minha vida.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>RESUMO GERAL</b> .....	<b>XIII</b>
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	<b>XIV</b>
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
<b>1 – USO DE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO DAS AVES</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1– ANTIBIÓTICOS</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2– ADITIVOS FITOGÊNICOS</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3– ANTIOXIDANTE</b> .....	<b>6</b>
<b>1.4– ÁCIDOS ORGÂNICOS</b> .....	<b>7</b>
<b>2- CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ÁCIDO ANACÁRDICO</b> .....	<b>9</b>
<b>3- AÇÕES BIOLÓGICAS DO ÁCIDO ANACÁRDICO</b> .....	<b>10</b>
<b>4- USO DE PROMOTORES DE CRESCIMENTO SOBRE OS PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE FRANGOS DE CORTE</b> .....	<b>13</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>16</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>27</b>
<b>PERFORMANCE, CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY OF BROILER FEED WITH CALCIUM ANACARDATE</b> .....	<b>28</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>28</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
<b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO III - PARÂMETROS SANGUÍNEOS E ATIDADE ENZIMÁTICA E OXIDATIVA NO FÍGADO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM ANACARDATO DE CÁLCIO</b> .....	<b>53</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>55</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>56</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>57</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>58</b>

<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>70</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>76</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>77</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>78</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>79</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>89</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES .....</b>	<b>93</b>

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1 – Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. ....	32
Tabela 2 - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade. ....	33
Tabela 3 - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 35 a 42 dias de idade. ....	34
Tabela 4 - Consumo de ração em vários períodos de vida de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração. ....	37
Tabela 5 - Ganho de Peso em vários períodos de vida de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração.....	39
Tabela 6 - Conversão alimentar em vários períodos de vida de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração. ....	40
Tabela 7 - Peso pré-abate e características de carcaça de frangos alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração.....	42
Tabela 8 – Qualidade da carne de peito de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração. ....	43

### CAPÍTULO III

Tabela 1 – Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. ....	60
Tabela 2 - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade. ....	61
Tabela 3 - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 35 a 42 dias de idade. ....	62
Tabela 4. – Parâmetros bioquímicos de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio na ração, aos 35 dias de idade.....	65
Tabela 5 – Eritograma de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio na ração, aos 35 dias de idade.....	67

Tabela 6 – Leucograma de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio na ração, aos 35 dias de idade.....	68
Tabela 7 – Parâmetros enzimáticos e oxidativos do fígado de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio na ração, aos 35 dias de idade. ....	69

#### **CAPÍTULO IV**

Tabela 1 – Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. ....	81
Tabela 2 - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade. ....	82
Tabela 3 - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 35 a 42 dias de idade. ....	83
Tabela 4 - Valores médios de peso, comprimento, diâmetro, índice de Seedor, resistência e deformidade de ossos esquerdos do fêmur e da tíbia de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração aos 42 dias de idade. ....	86
Tabela 5 - Valores médios de matéria seca e matéria mineral dos ossos direitos do fêmur e da tíbia de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio aos 42 dias de idade.....	88

## ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

**RESUMO GERAL** - A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar os efeitos da adição do anacardato de cálcio (ACC), como fonte de ácido anacárdico na ração de frangos de corte sobre o desempenho, as características de carcaça, qualidade e a estabilidade lipídica da carne, parâmetros sanguíneos, atividade enzimática e peroxidação lipídica do fígado e no crescimento, composição e qualidade dos ossos. Para isso, 840 pintos machos de um dia da linhagem Ag Ross 308 foram distribuídos ao acaso em seis tratamentos, com sete repetições de vinte aves. Os tratamentos consistiram em: ração sem promotor de crescimento (PC); ração com PC e, os demais, rações sem o PC e adição de ACC nos níveis de 0,25; 0,50; 0,75 e 1%. A adição de ACC na ração não influenciou nos parâmetros bioquímicos do sangue (ácido úrico, creatinina, alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, colesterol total, HDL, LDL e triglicerídeos), na atividade enzimática (superóxido dismutase, grupos sulfidrílicos não-protéicos) e peroxidação dos lipídeos do fígado, no crescimento e qualidade óssea (peso, comprimento, diâmetro, índice de Seedor, resistência, deformidade, matéria seca e matéria mineral), nas características de carcaça (% de carcaça, peito e coxa+sobrecoxa) e na qualidade da carne (L\*, a\*, b\*, pH, perda de água por cocção e capacidade de retenção de água). No entanto, a adição a partir de 0,75% de ACC reduziu o ganho de peso e prejudicou a conversão alimentar dos frangos até 21 dias de idade, porém, a adição de até 1% não afetou o desempenho quando se considerou o período total de criação (1 a 42 dias de idade). Para os valores de TBARS da carne, os níveis de 0,75% e 1% proporcionaram os menores valores, enquanto, o tratamento sem promotor de crescimento proporcionou maior valor. O ACC pode ser adicionado na ração dos frangos de corte até o nível de 1%, sem que ocorram alterações nos parâmetros sanguíneos, enzimáticos do fígado, no desempenho ao final do período de criação (42 dias de idade), nas características de carcaça e no crescimento, composição e qualidade dos ossos. Contudo, a qualidade da carne pode melhorar com a redução da oxidação lipídica a partir de 0,75%.

**Palavras-Chave:** ácido orgânico, antioxidante natural, promotor de crescimento

## CALCIUM ANACARDATE AS ANACARDIC SOURCE IN THE FEED OF BROILERS

**GENERAL ABSTRACT** - The research aims to evaluate the effects of adding calcium anacardic (CAC) as a source of anacardic acid in the feed of broiler about the performance, carcass characteristics, quality and lipid stability meat, blood parameters, enzyme activity and lipid peroxidation liver and growth, composition and quality of the bones. For this, 840 male chicks with a day Ross 308 line were randomly assigned to six treatments, with seven replicates of twenty birds. The treatments consisted of: diet without growth promoter (PC); diet with PC and the others without PC and adding CAC levels of 0.25; 0.50; 0.75 to 1%. The addition of CAC in the feed didn't affect the biochemical blood parameters (uric acid, creatinine, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, total cholesterol, HDL, LDL and triglycerides) in the enzyme activity (superoxide dismutase, non-protein sulfhydryl groups) and peroxidation of liver lipids, growth and bone quality (weight, length, diameter, Seedor index, strength, deformity, dry matter and mineral matter), in the carcass characteristics (% of carcass, breast and thigh + drumstick) and quality meat (L \*, a \*, b \*, pH, loss of water by cooking and water holding capacity). However, the addition of from 0.75% CAC reduced weight gain and feed conversion detracted from the chickens up to 21 days old, however, the addition of up to 1 % did not affect performance when considering the total period (1 to 42 days old). For TBARS values for beef, the levels of 0.75% to 1% have provided the lowest values while treatment without growth promoter yielded higher value. The CAC can be added in the feed of broilers to the level of 1 %, no changes occur in the blood parameters and enzyme of the liver, the performance at the end of the growing period (42 days old), carcass characteristics and growth, composition and quality of the bones. However, the quality of the meat can improve with reduced lipid oxidation from 0,75. The CAC can be added in the feed of broiler until the level of 1%, without change the blood parameters, enzymatic liver, the performance at the end of the growing period (42 days old), carcass characteristics and growth, composition and quality of the bones. However, the quality of the flesh can be improved by reducing lipid oxidation as 0.75%.

**Keywords:** organic acid, natural antioxidant, growth promoter

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A situação atual que vive a avicultura parece paradoxal, pois a eficácia econômica baseada na melhora da produtividade e redução dos custos de produção garantiu o sucesso da indústria avícola, que ao longo do tempo ofereceu alimento de alta qualidade e baixo custo, sendo para isso, imprescindível o uso de tecnologias modernas, nas quais os insumos que melhoram a produtividade, tais como os antibióticos e quimioterápicos utilizados com finalidades profiláticas e como melhoradores do desempenho animal. Entretanto, a pressão exercida por alguns consumidores que buscam alimentos, teoricamente, mais seguros ou saudáveis, podem levar a mudanças que muitas vezes podem elevar os custos de produção.

Um exemplo dessa situação é a proibição do uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação animal realizada pela Comunidade Européia em 2006, que também só importa produtos de países que atendam a essa exigência. Portanto, com um mercado externo cada vez mais exigente por alimentos de alta qualidade e sem presença residual de antibióticos, busca-se alternativas a substituição desses aditivos promotores de crescimento por produtos naturais (Butaye et al., 2003)

O Brasil é conhecido mundialmente por sua biodiversidade e a importância das plantas aqui encontradas para a produção de fármacos com diferentes aplicações. Nesse contexto, o ácido anacárdico, composto fenólico encontrado nas diferentes partes do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e, em maior proporção na castanha do caju, vem sendo estudado e os relatos encontrados na literatura indicam que este composto apresenta várias atividades biológicas, como atividade antitumoral (Kubo et al. 1993a), atividade inibidora seletiva contra bactérias gram-positivas (Kubo et al., 1993b) e contra *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus* (Kubo et al., 2003), atividade antioxidante na prevenção dos danos oxidativos na mitocôndria do fígado (Toyomizu et al., 2000) e inibição da geração dos superóxidos e atividade da xantina oxidase (Trevisan et al., 2006). Para uso na avicultura, já foi demonstrado o efeito benéfico do ácido anacárdico na prevenção das lesões provocadas pela coccidiose. Entretanto, ainda não se conhece a viabilidade de uso e os efeitos desse ácido orgânico no desempenho zootécnico das aves e na qualidade da carne e dos ossos.



Esses ácidos possuem fortes propriedades antimicrobianas melhorando a digestibilidade e absorção dos nutrientes da ração, melhorando o ganho de peso e conversão alimentar, reduzindo a produção de substâncias tóxicas pelas bactérias, reduzindo a descamação do epitélio intestinal e sendo utilizados na alimentação animal no controle do crescimento de fungos e bactérias, reduzindo o pH da digesta (Salazar et al., 2008; Faria et al., 2009).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos de níveis de anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico nas rações de frangos de corte sobre o desempenho, as características de carcaça e qualidade da carne, crescimento, composição e qualidade óssea, parâmetros sanguíneos e atividade enzimática do fígado.

## CAPÍTULO I

---

### Referencial Teórico

## **1 – Uso de aditivos na alimentação das aves**

### **1.1– Antibióticos**

Os antibióticos promotores de crescimento nos últimos 50 anos vêm sendo estudados para diferentes espécies de interesse zootécnico como terapêutico, no tratamento de infecções bacterianas do trato gastrointestinal e como moduladores do crescimento (Fuller, 1989).

Hoje a preocupação é que esses antibióticos possam causar resistência cruzada entre as bactérias que infectam os animais e as que são patogênicas para o homem, mesmo que essa suposição não tenha sido comprovada satisfatoriamente em estudos científicos (Huyghebaert et al., 2011). Existem também preocupações com os efeitos colaterais causados por essas drogas utilizadas em longo prazo na produção de frangos de corte e que essa resistência prejudiquem os consumidores, quando se alimentam da carne ou de qualquer outro subproduto de origem animal. Geralmente o que ocorre é uma mutação que permite a sobrevivência da bactéria exposta ao antibiótico e isso se torna um grande problema com graves implicações clínicas, pois novas cepas podem ser desenvolvidas (Sader, 2004).

Existe atualmente uma forte campanha principalmente pela União Europeia para não utilizar antibióticos promotores de crescimento na alimentação animal. A União Europeia é uma das maiores importadoras de carne de frango do Brasil desde 2006 e proibiu o uso de antimicrobianos promotores de crescimento na alimentação animal, permitindo apenas uso de ionóforos monensina e salimomicina (Council, 2003). A retirada desses antibióticos teve um impacto marcante na produção animal (Huyghebaert et al., 2011).

Os relatos feitos por Nascimento et al. (2014) em uma revisão sobre aditivos alimentares como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento explicam que na retirada dos antibióticos como promotores de crescimento devem-se avaliar as opções que existem como alternativas e suas formas de ação, que podem ser: na estabilização da flora intestinal normal (pré e probióticos); na redução da carga bacteriana no trato digestivo (ácidos orgânicos); na melhoria da vitalidade dos enterócitos e vilos (ácidos orgânicos e vitaminas); na redução da ingestão de substâncias

imunossupressoras como micotoxinas (sequestrantes, alumino-silicatos); na otimização da digestão (enzimas, extratos herbais); no controle efetivo da coccidiose. Também se deve considerar que os produtos substitutivos precisam ser seguros, efetivos, baixo custo e fáceis de usar.

Nessa nova condição para a produção de aves, a indústria de aditivos vem investigando produtos naturais alternativos aos antibióticos promotores de crescimento como: probióticos, prebióticos, fitoterápicos (óleos essenciais, alho, orégano, etc) e ácidos orgânicos. Porém, alguns autores relatam que nenhum outro produto irá substituir totalmente os antibióticos, mas poderão ajudar a substituí-los parcialmente (Huyghebaert et al., 2011).

## **1.2– Aditivos fitogênicos**

As propriedades curativas de muitas plantas foram descobertas inicialmente por intuição ou por meio de observações de outros animais, que se alimentavam de ervas para curar suas afecções (Santos et al., 2011). Contudo, os efeitos benéficos das plantas estão associados a seus princípios ativos, compostos químicos presentes em partes ou em toda a planta, atribuindo-lhes alguma atividade terapêutica (Almeida, 2012).

Os princípios ativos das plantas são produzidos e armazenados para servir de defesa contra fatores externos, como predadores e variações climáticas (Hauptli, 2006). Pesquisas têm sido realizadas para investigar os efeitos benéficos da inclusão dos aditivos fitogênicos (extratos vegetais e/ou óleos essenciais) nas dietas de animais não ruminantes. Segundo Mellor (2000) a utilização de fitoterápicos é baseada em sua ação como estimulador da digestão, alterações da microbiota intestinal, aumento na digestibilidade e absorção de nutrientes, efeitos antimicrobianos e imunomodulador. Estas ações fazem com que os fitoterápicos quando adicionados nas rações, sejam melhoradores do desempenho das aves e da qualidade dos alimentos originados desses animais.

Os óleos essenciais estão mostrando um grande potencial como uma alternativa aos antibióticos promotores de crescimento. Akagi e Kivanc (1998) observaram que o orégano contém composto fenólico, como o carvacrol, que possui atividade antimicrobiana. Esses mesmos autores concordam com a hipótese dos óleos essenciais

agirem da mesma forma que os antibióticos, modificando a flora intestinal a proliferação de bactérias.

O alho possui efeito anticarcinogênico, antidiurético, anti-inflamatório, antifúngico, antiséptico, antiviral e antioxidante, sendo capaz de aumentar a capacidade do sistema imune e facilitar a desintoxicação renal e hepática, além de ser utilizado como condimento para culinária (Carrijo et al., 2005). Alguns autores utilizaram alho na ração de frango de corte como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento e não encontraram diferença significativa em relação ao controle para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar e nenhuma alteração no rendimento de carcaça, cortes nobres e órgãos (Freitas et al., 2001; Carrijo et al., 2005).

### **1.3– Antioxidante**

Os antioxidantes são moléculas orgânicas de origem natural ou sintética, que possuem a capacidade de evitar a oxidação de compostos que possuem insaturações na cadeia carbônica, como ácidos graxos insaturados e algumas vitaminas lipossolúveis. Apresentam concentrações baixas retardando a oxidação de moléculas facilmente oxidáveis, tais como, lipídios e proteínas em carnes e produtos derivados, melhorando a vida útil dos produtos, protegendo-os contra a deterioração causada pela oxidação (Bertechini, 2012.; Karre et al., 2013).

O uso de antioxidantes pela indústria é um importante recurso para garantir a qualidade dos produtos, principalmente dos alimentos com alto teor de gordura. Os antioxidantes sintéticos são estruturas que possuem o grupo fenólico e são derivados do ácido gálico. Os sintéticos mais utilizados na preservação dos alimentos são: butil hidroxianisol (BHA), butil hidroxitolueno (BHT), butil hidroxiquinona terciário (BHQT) e o 6 etoxi-1,2-dihidro-2,2,4-trimetil quinona (etoxiquina) (Mariutti e Bragagnolo, 2007.; Jayathilakan et al., 2007.; Bertechini, 2012.). O uso desses antioxidantes tem uma forte tendência a serem substituídos pelos antioxidantes naturais, visto que, as pesquisas têm demonstrado a possibilidade dos sintéticos apresentarem um potencial efeito tóxico (Sun e Fukuhara, 1997.; Mariutti e Bragagnolo, 2007.; Naveena et al., 2008.; Karre et al., 2013).

Em respostas às demandas por produtos naturais, as pesquisas recentes têm se concentrado na identificação de produtos naturais que possam substituir os antioxidantes sintéticos, visto que, além de substituir esses produtos podem aproveitar subprodutos da indústria alimentícia, colaborando com a preservação do meio ambiente (Nunez de Gonzalez et al., 2008.; Oliveira et al., 2009).

Segundo Ramalho e Jorge (2006), entre os antioxidantes naturais mais usados podem ser citados tocoferóis, ácidos fenólicos e extratos de plantas como alecrim e sálvia. Traesel et al. (2011) relataram uma redução na peroxidação plasmática de lipídios, conseqüentemente, menor dano oxidativo em frangos de corte, quando acrescido na ração uma mistura de óleos essenciais microencapsulados de orégano, sálvia, alecrim e extrato alcoólico de pimenta. Freitas et al. (2012) avaliaram o extrato etanólico do caroço da manga na dosagem de 200 e 400 ppm e observaram que retarda a oxidação lipídica de carne de frangos.

#### **1.4- Ácidos orgânicos**

Entre as aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves, destaca-se: na preservação de grãos e rações durante o armazenamento, acidificação da cama de aviário, sanitização da carne e uso na alimentação como promotor de crescimento.

Geralmente, os ácidos orgânicos são ácidos fracos que não se dissociam na água. Podem ser encontrados naturalmente nas plantas e nos tecidos animais e formados pela fermentação microbiana dos carboidratos no trato digestório dos animais. Também podem ser encontrados na forma de sais de sódio, potássio ou cálcio. Segundo Dibner e Buttin (2002), em geral, quando o termo ácido orgânico é empregado na produção animal, refere-se aos ácidos fracos, de cadeia curta (C1-C7) que produzem menor quantidade de prótons por molécula ao se dissociarem.

Dentre os efeitos do uso dos ácidos orgânicos na alimentação de aves tem sido reportado: proteção de animais jovens pela exclusão competitiva; melhora na utilização dos nutrientes da ração, ganho de peso e conversão alimentar; destruição de alguns tipos de bactérias, pois em suas formas não dissociadas, principalmente, ligados a lipídeos, os ácidos penetram na célula bacteriana, alterando sua fisiologia; redução do pH da digesta; aumento da secreção pancreática; ação trófica na mucosa gastrintestinal;

redução da produção de substâncias tóxicas pelas bactérias e da colonização de patógenos na parede celular do intestino, reduzindo a descamação do epitélio intestinal. Também, aumentam a digestibilidade da proteína, cálcio, fósforo, magnésio e zinco e serve de substrato para o metabolismo intermediário.

Na literatura são vastos os resultados obtidos com a utilização de ácidos orgânicos misturados ou puros na alimentação de aves (Kaya e Tuncer, 2009.; Adil et al., 2010.; Özek et al., 2011.) . Entre os ácidos utilizados nas pesquisas estão o ácido acético, butírico, benzóico, cítrico, fórmico, fumárico, láctico e propiônico, principalmente. Os ácidos orgânicos vêm sendo utilizados na alimentação de aves tanto na forma isolada, de sais e mistura de ácidos.

Boling-Frankenbach et al. (2001) verificaram que a adição do ácido cítrico promoveu aumento linear no ganho de peso e na deposição de minerais na tíbia de frangos de corte submetidos a ração deficiente em fósforo disponível. Roy et al. (2002) verificaram redução na mortalidade de perus com o uso do ácido propiônico. Snow et al (2004) e Liem et al (2008) verificaram aumento da disponibilidade do fósforo fítico com o uso do ácido cítrico.

Uma combinação de ácido fórmico com ácido propiônico, adicionada em 2% de ração de pintos de postura com 1 dia foi avaliada por Al-Tarazi e Alshawabkeh (2003) e segundo os pesquisadores esse procedimento reduziu a colonização por *Salmonella pullorum* no papo e cecos, bem como a excreção dessa bactéria, havendo também redução da mortalidade após 3 semanas de tratamento em aves experimentalmente desafiadas no terceiro dia com 10<sup>4</sup> UFC de *S. pullorum* /ml/ave.

Kaya e Tuncer (2009) não observaram diferenças significativas entre o uso de um produto comercial contendo ácido orgânico e o não uso de aditivos na alimentação de frangos de corte. Entretanto, Isabel e Santos (2009) avaliaram o uso de uma mistura do ácido fórmico e propiônico, nas formas de propionato e formiato de cálcio e observaram respostas de desempenho melhores que as obtidas com as aves alimentadas com ração sem nenhum aditivo. Adil et al. (2010) testaram o uso dos ácidos butírico, fumárico e láctico na alimentação de frangos de corte e verificaram benefícios no desempenho com a adição de qualquer um dos ácidos. Talebi et al. (2010) avaliaram o uso do ácido cítrico, benzóico e tartárico (0,5 e 1% da ração) e verificaram que apenas o uso de 1% de ácido tartárico promoveu resultados significativamente diferentes em

relação aos demais tratamentos. As aves submetidas ao uso de 1% do ácido tartárico apresentaram menor consumo de ração e ganho de peso.

Segundo Nourmohammadi et al. (2010), a adição de ácido cítrico na ração de frangos de corte, não promoveu diferença sobre os valores de ácido úrico, triglicerídeos e da concentração de proteínas totais. Özek et al. (2011), avaliando a inclusão de ácido orgânico, óleo essencial e uma mistura de óleo essencial com ácido orgânico na ração de poedeiras, não observaram efeitos significativos dos tratamentos sobre nenhuma das variáveis bioquímicas do sangue. Para Kaya e Tuncer (2009) uma mistura de ácido orgânico e óleos essenciais não afetaram os níveis de colesterol total e de triglicerídeos das aves.

Muitas vezes os efeitos dos ácidos orgânicos sobre o desempenho, características e qualidade da carne, parâmetros sanguíneos e qualidade óssea das aves parecem inconsistentes. É possível que, em virtude do desconhecimento sobre o melhor nível de inclusão específica para cada ácido, o uso de baixas ou elevadas dosagens têm contribuído para isso. Dessa forma deve-se adequar a dose de cada ácido ou mistura frente à diversidade de condições que se apresentam nas criações de aves.

## **2- Considerações gerais sobre o ácido anacárdico**

O ácido anacárdico é um composto fenólico derivado do ácido salicílico, contendo uma cadeia lateral de 15 carbonos, que pode conter uma, duas ou três ligações insaturadas, sendo um produto natural encontrado nas diferentes partes do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) e outras plantas, como o *Ginkgo biloba* (Wang et al., 1998) e espécies do gênero *Knema* (Gonzales et al., 1996).

No cajueiro, o ácido anacárdico é encontrado em maior proporção na castanha de caju, contido no líquido da casca da castanha de caju (LCC) onde é o principal constituinte. Em menor concentração, também é encontrado no pedúnculo do caju, sendo partes destes transferidos para o suco e, outra, remanescente no bagaço após a extração do suco e na amêndoa da castanha (Trevisan et al., 2006; Broinizi et al., 2008).

O LCC é um líquido viscoso escuro e oleoso, que pode ser extraído da castanha de caju. Este corresponde a 25% do peso da castanha e se constitui uma das fontes mais ricas em lipídeos fenólicos iso-propenóides, como o ácido anacárdico (derivado do



ácido salicílico), cardóis e metilcardóis (derivados do resorcinol) e cardanóis (Moreira et al., 1998; Vieira, 2007). A extração comercial do LCC faz desse subproduto uma possibilidade de agregar valor à exploração da cultura do caju e pode ser realizada a quente, forma mais utilizada na indústria de beneficiamento da castanha para obtenção da amêndoa para o consumo humano.

A extração a quente produz um LCC diferente do extraído a frio, pois com o aquecimento, o ácido anacárdico sofre descarboxilação e é convertido em cardanol. O líquido extraído no processo de extração a quente é chamado de “LCC técnico”, enquanto o “LCC natural” é o líquido obtido na extração realizada através do uso de solventes (Matos et al., 1998).

Vários autores têm constatado diferenças entre as composições do LCC, de acordo com o processo de extração do óleo. Segundo dados da literatura (Lubic e Thachil, 2003; Vieira, 2007) o LCC natural contém aproximadamente 65-70% de ácido anacárdico, 11-20% de cardol, 2-3% de 2-metil cardol e traços de cardanol. Para o LCC técnico, são relatadas as seguintes composições aproximadas: 63-65% de cardanol, 11-20% de cardol e 24% de material polimérico.

De acordo com Matos et al. (1998), contém mais de 200 patentes para sua aplicação industrial, como na fabricação de resinas fenólicas, pó de fricção para indústria automotiva, linhas para pesca, biocidas, usos na indústria farmacêutica, para armazenamento do biodiesel e como bioaditivo.

Em adição as aplicações industriais, o LCC natural tem despertado grande interesse em pesquisas no campo químico e biológico. Dentre estas aplicações estão às possibilidades de utilização de seus constituintes no desenvolvimento de medicamentos para saúde humana.

### **3- Ações biológicas do ácido anacárdico**

Algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas na área de farmacologia para avaliar as ações do ácido anacárdico em animais de laboratório e, assim, contribuir com informações que possam abrir caminho para a confirmação da atuação deste composto na prevenção de doenças crônico-degenerativas em seres humanos.

Kubo et al. (1993) demonstraram o potencial antitumoral do ácido anacárdico presente no suco de caju comercial, sugerindo que o consumo contínuo do pedúnculo, assim como de seus subprodutos, durante períodos prolongados pode ser vantajoso no controle de tumores. O ácido anacárdico encontrado em *Ginkgo biloba* foi associado ao tratamento e à prevenção de doenças cérebro-vasculares, cardiovasculares e tumorogênicas (Itokawa et al., 1987.; Wang et al., 1998).

Segundo Masuoka e Kubo (2004), o ácido anacárdico exerce atividade inibidora da xantina oxidase, enzima responsável pela conversão da xantina e hipoxantina em ácido úrico. Dessa forma, o ácido anacárdico deve ser investigado como um agente terapêutico na prevenção de disfunções fisiológicas relacionadas ao excesso de ácido úrico no organismo. Ha e Kubo (2005) demonstraram ação inibidora do ácido anacárdico sobre as enzimas lipoxigenases. Trevisan et al., (2006) observaram que o ácido anacárdico apresenta grande capacidade antioxidante que foi relacionada à inibição da formação de superóxidos e ação inibidora da xantina oxidase.

Broinizi et al. (2008) avaliaram o potencial antioxidante do extrato hidroalcoólico do bagaço do pedúnculo de caju e verificaram que o mesmo contém antioxidantes naturais efetivos e que podem contribuir na redução da lipoperoxidação e preservação dos ácidos graxos poliinsaturados no tecido cerebral de ratos, afirmando que embora em menor quantidade do que na castanha, o principal composto presente no pedúnculo com ação antioxidante é o ácido anacárdico. Morais et al. (2010) verificaram que o ácido anacárdico exerce efeito gastroprotetor associados aos mecanismos antioxidantes.

Em ensaio com ratos, Carvalho et al. (2011) verificaram que o ácido anacárdico não produz efeitos mutagênicos e a dose letal de ácido anacárdico estaria acima de 2000 mg/kg de peso e doses de até 300 mg/kg podem ser utilizadas satisfatoriamente em ensaios *in vivo*. Por outro lado, Carvalho (2011) verificaram que o ácido anacárdico exerce ação antioxidante e antiinflamatória nos pulmões de ratos submetidos a indução de inflamação pulmonar por exaustão de partícula de diesel.

A ação do ácido anacárdico na inibição do crescimento de microrganismos vem sendo estudada há algum tempo, com resultados bastante positivos no controle de diversos agentes infecciosos, principalmente de bactérias.

Estudando a ação antimicrobiana do ácido anacárdico, Gellerman e Schlenk. (1968) relataram maior efeito inibitório sobre as bactérias Gram positivas *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus* quando comparados com as leveduras *Candida albicans* e *Candida utilis*. Segundo os pesquisadores, esta diferença de ação entre os tipos de microrganismo pode ser devido a uma maior ou menor dificuldade do ácido anacárdico em penetrar na membrana das células dos diferentes microrganismos.

Lima et al. (2000) avaliaram a atividade antimicrobiana do ácido anacárdico sobre os microrganismos da cavidade bucal (*Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* e *Candida utilis*) e verificaram atividade antibacteriana contra os microrganismos citados, porém a maior atividade inibitória ocorreu sobre a bactéria Gram positiva *Streptococcus mutans*, considerada a predominante na cárie dentária.

Toyomizu et al. (2003a) estudaram o efeito da suplementação do ácido anacárdico na ração de frangos de corte submetidos à infecção experimental com oocistos de *Eimeria tenella* e relataram que a adição de 0,8% de ácido reduziu as lesões nos cecos promovidas pela coccidiose.

Narasimhan et al. (2008) avaliaram a adição de 0,014% do ácido anacárdico isolado em produtos a base de molho de tomate inoculados com  $2 \times 10^4$  UFC/g de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* e *Escherichia coli*, observaram que ácido anacárdico foi efetivo em controlar o crescimento dos microrganismos durante 28 dias de armazenamento dos produtos, demonstrando efeito inibidor do crescimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas, podendo ser utilizado como uma alternativa natural aos conservantes sintéticos.

Freitas et al. (2008) observaram que o ácido anacárdico demonstrou potencial de uso no tratamento da doença de chagas por sua ação inibidora da gliceraldeído 3-fosfatase-desidrogenase do *Trypanosoma cruzi*.

Achanath et al. (2010) patentearam os processos de obtenção de vários derivados do ácido anacárdico que apresentaram ação bacteriostática e bactericida, principalmente contra *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis*.

A ação do ácido anacárdico no metabolismo energético animal também tem sido investigada. Toyomizu et al. (2002) demonstraram que o ácido anacárdico é um composto natural que pode desacoplar a fosforilação oxidativa na mitocôndria do fígado de ratos, atuando no estágio 4 da respiração, controlando a taxa de respiração na

oxidação do succinato na mitocôndria. Toyomizu et al. (2003b) demonstraram que o ácido anacárdico apresenta potencial para reduzir a deposição de gordura corporal em ratos submetidos a dieta que normalmente promovem aumento da deposição de gordura, sem alterar o consumo de ração, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos animais.

Segundo Akiba et al. (2004), desacoplar a fosforilação oxidativa na mitocôndria das células pode ser um meio para modificar a produção de calor no animal e assim modificar a composição corporal pela redução na quantidade de gordura depositada. Assim, utilizar compostos com essa capacidade na alimentação animal pode viabilizar a manipulação da composição corporal do animal e a obtenção de carne de melhor qualidade.

Nesse contexto, existe a possibilidade de que a adição de ácido anacárdico na alimentação das aves venha a interferir no metabolismo energético e, conseqüentemente, no aproveitamento dos nutrientes da ração para a produção de carne.

Quanto a absorção do ácido anacárdico pelos animais, Kubo et al. (2006) sugeriram que o ácido anacárdico é absorvido no trato gastrointestinal e direcionado para os locais onde está sendo necessário.

Para a avaliação desses compostos na alimentação animal é necessária uma análise dos parâmetros sanguíneos, pois estes estão relacionados com o estado nutricional e sanitário das aves. A hematologia de aves, hoje, é semelhante à hematologia humana e refere-se ao estudo dos números e morfologias dos componentes celulares do sangue e a utilização desses resultados em diagnósticos e monitoração de doença ou de intoxicação por algum aditivo usado em dietas de aves (Togun et al., 2007.; Olafedehan et al., 2010.; Merck Manual, 2012). Os estudos hematológicos e bioquímicos são processos úteis no diagnóstico de doenças, fornecem informações importante sobre a resposta do organismo a infecções de todas as formas, incluindo lesões tóxicas (Ihedioka et al., 2004.; González e Silva, 2006).

#### **4- Uso de promotores de crescimento sobre os parâmetros sanguíneos de frangos de corte.**

A avaliação dos parâmetros sanguíneos pode está relacionada com o estado nutricional e sanitário das aves. A hematologia refere-se ao estudo dos números e

morfologias dos componentes celulares do sangue das aves e a utilização desses resultados têm sido uma ferramenta em diagnósticos e monitoração de doença ou de intoxicação por algum aditivo adicionado em dietas de aves (Togun et al., 2007; Olafedehan et al., 2010; Merck Manual, 2012). O estudo hematológico é um processo útil no diagnóstico de doenças, fornece informações importantes sobre a resposta do organismo a infecções de todas as formas, incluindo lesões tóxicas (Onyeyili et al., 1991; Ihedioka et al., 2004).

Segundo Oyawoye e Ogunkunle (2004) os parâmetros hematológicos mais avaliados são: glóbulos vermelhos e brancos, volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média, concentração de hemoglobinas corpuscular, proteínas plasmáticas totais, plaquetas, heterofilos e linfócitos.

Os parâmetros hematológicos geralmente estão relacionados com o estado de saúde do animal e são importantes para diagnósticos de alguma patologia. Alguma mudança nos parâmetros hematológicos do sangue pode indicar reações adversas à utilização de algum aditivo na alimentação ou de algum fator antinutricional. Alguns pesquisadores atribuem um aumento de leucócitos, por exemplo, a uma reação do organismo a uma infecção (Cetin et al., 2005.; Toghyani et al., 2010).

Os parâmetros bioquímicos do sangue na criação de frangos de corte são utilizados para monitorar a saúde e identificar possíveis doenças. De acordo com González e Silva (2006) esses diagnósticos servem para fazer uma associação entre o exame clínico e as lesões observadas no animal. Os parâmetros bioquímicos mais utilizados são: ácido úrico, colesterol total, HDL, LDL, creatinina, AST e ALT.

A quantidade total de hemácias difere entre as espécies de animais, a idade, o sexo e as influências hormonais e do meio ambiente onde vivem. Segundo Cardoso e Tessari (2003) o tempo de vida das hemácias varia entre as espécies aviárias e são consideradas hemácias de vida curta, característica esta atribuída ao elevado metabolismo e a alta temperatura corporal.

Nesse contexto, para avaliar os problemas ou benefícios do uso de aditivos na alimentação de aves esses parâmetros têm sido avaliados. Kaya e Tuncer (2009) uma mistura de ácido orgânico e óleos essenciais não afetaram os níveis de colesterol total e de triglicerídeos das aves. Özek et al. (2011) avaliando a inclusão de ácido orgânico, óleo essencial e uma mistura de óleo essencial com ácido orgânico na ração de

poedeiras, não observaram efeitos significativo dos tratamentos sobre as variáveis bioquímica do sangue. Segundo Nourmohammadi et al. (2010), não houve efeito significativo do ácido cítrico sobre os valores de ácido úrico, triglicérides e da concentração de proteínas totais.

Avaliando a suplementação de 0,8; 1 e 1,6 g/kg de probiótico na ração de frangos de corte sobre os parâmetros bioquímicos e hematológicos do sangue, Alkhalif et al.(2010) observaram que não houve efeito significativo para os parâmetros hematológicos, porém para os valores de colesterol houve uma redução significativa. Os autores concluíram que a suplementação com probióticos melhora o nível de colesterol total das aves. Hoseini (2011) observou diferença significativa para os parâmetros sanguíneos avaliados com o uso de probiótico na ração de frangos de corte e concluiu que 2% de levedura melhora a saúde dos animais em virtude de melhorar o sistema imunológico.

Al-Saad et al. (2014) observaram os efeitos de alguns promotores de crescimento (probiótico, prebiótico e uma mistura de ácidos orgânicos) sobre os parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte. Esses autores não observaram diferença significativa no número de hemácias, hemoglobinas, triglicérides, colesterol total, HDL e LDL, mas observaram que o número de leucócitos (glóbulos brancos) aumentou com adição de todos os promotores de crescimento testados, exceto no tratamento com antibiótico, enquanto, o valor de hematócrito aumentou com o uso de probióticos. Para esses autores, o aumento dos leucócitos esta relacionada ao aumento da resposta imuni dos frangos de corte, em consequência do aumento da carga microbiana.

Utilizando tomilho em substituição ao antibiótico promotor de crescimento, Toghyani et al. (2010) não verificaram efeitos significativos para os parâmetros hematológicos e bioquímicos avaliados, com exceção ao colesterol HDL que apresentou um aumento com a inclusão de 10 g/kg de tomilho. Os autores concluem que são necessários maiores estudos, já que os resultados encontrados na literatura são muito divergentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHANATH, R. *et al.* Antimicrobial derivatives of anacardic acid and process for preparing the same. 2010. <http://www.freepatentsonline.com/y2010/0016630.html>, acesso 17/01/2015.

ADIL, S. *et al.* Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serumbiochemistry of broiler chicken. **Veterinary Medicine International**, 2010.

AKIBA, Y. *et al.* Nutrition-physiology-gene interactions in the chicken. **Tohoku Journal of Agricultural Research**, v.55, n. 1-2, p. 25-30. 2004.

ALKHALF, A.; ALHAJ, M.; AL-HOMIDAN, I. Influence of probiotic supplementation on blood parameters and growth performance in broiler chickens. **Saudi Journal Biol Science**, v.17, n.3, p.219-225, 2010.

ALMEIDA, E. **Aditivos digestivos e equilibradores da microbiota intestinal para frangos de corte**. 2012. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina: UFVJM, 2012. 48p

AL-SAAD, S. M. e ABBOD ABO YONES, A. Efeitos de alguns promotores de crescimento no sangue Hematologia e Serum Composição de Frangos de Corte. **Revista Internacional de Pesquisa Agrícola**, v.9, p.265-270. 2014.

AL-TARAZI, Y. H.; ALSHAWABKEH, K. Effect of dietary formic and propionic acids on salmonella pullorum shedding and mortality in layer chicks after experimental infection. **J.Vet. Med. B.**, v. 50, n. 3, p.112-117, 2003.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástrico**. Lavras: Editora UFLA, 2012.

BOLING-FRANKENBACH, S. D. *et al.* The Effect of Citric Acid on the Calcium and Phosphorus Requirements of Chicks Fed Corn- Soybean Meal Diets. **Poultry Science**, v. 80, p.783-788. 2001.

BROINIZI, P.R.B. *et al.* Propriedades antioxidantes em subproduto do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.): efeito sobre a lipoperoxidação e o perfil de ácidos graxos poliinsaturados em ratos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.44, n.4, p.773–781. 2008.

BUTAYE, P. *et al.* Antimicrobial growth promoters used in animal feed: effects of less well know antibiotics on Grampositive bacteria. *Clinical Microbiology Reviews*, v.16, n.2, p.175- 188, 2003. Disponível o9em: Acesso em: 01 Janeiro. 2015. doi:10.1128/CMR.16.2.175-188.2003.

CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C. Estudo dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, p.419-424, 2003.

CARRIJO, A.S. Alho em pó na alimentação alternativa de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p.673-679. 2005.

CARVALHO, A.L.N. *et al.* Acute, subacute toxicity and mutagenic effect of anacardic acid from cashew ( *Anacardium occidentale* Linn.) in mice. **Journal of Ethnopharmacal**, v.135, p.730-736. 2011.

CARVALHO, A.L.N. **Efeitos dos ácidos anacárdicos no sistema respiratório de camundongos submetidos à instilação intranasal de partículas resultantes da combustão de diesel.** Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, SP, 2011.

CETIN, N.; GÜÇLÜ B.K., CETIN E. The effects of probiotic and mannanoligosaccharide on some haematological and immunological parameters in



Turkeys. **Journal of Veterinary Medicine Series A – Physiology Pathology Clinical Medicine**, V.52, P.263–267. 2005.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Council regulation on the authorization of the additive avilamycin in feedingstuffs, 2003. Disponível em: <http://register.consilium.eu.int/pdf/en/03/st06/st06120en03.pdf>. Acesso em: 17 janeiro 2015.

DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **Journal Appl. Poultry Res.** v.11, p.453–463. 2002.

FARIA, D. E. *et al.* Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. Ácidos orgânicos e probióticos. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 29-39, apr. 2009. ISSN 1809-6891. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/cab/article/view/6841/6997>>. Acesso em: 17 Jan. 2015.

FREITAS, E.R. *et al.* Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.8, p.1025-1030. 2012.

FREITAS, R. *et al.* Discovery of novel *Trypanosoma cruzi* glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase inhibitors. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.16, n.19, p.8889-8895. 2008.

FREITAS, R. *et al.* Utilização do Alho (*Allium sativum* L.) como Promotor de Crescimento de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 761-765, 2001.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. A Review. **Journal Applied Bacteriology**.66, p. 365-378, 1989.

GELLERMAN, J. L; SCHLENK, H. Methods for isolation and determination of anacardic acids. **Analytical Chemistry**, v.40, n.4, p.739-743. 1968.

GONZÁLEZ, F; SILVA, S. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2a edição. 2006.

GONZALES, M.J.T.G. *et al.* Further alkyl and alkenylphenols of *Knema Laurina* and *Knema austrosiamensis*: location of the double bond in the alkenyl side chains. **Phytochemistry**, v.43, n.6, p.1333-1337, 1996.

HA, T.J.; KUBO, I. Lipoxygenase inhibitory activity of anacardic acids. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, .v.53, p.4350-4354. 2005.

HAUPTLI, L. **Extratos Vegetais para Porcas e Leitoas na Creche**. Dissertação Apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal, Universidade Federal de Santa Maria, RS, como Requisito Parcial para Obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, 2006.

HOSSEINI, S. The Effect of *Saccharomyces cerevisiae* on Blood Parameters of Broiler Chicken's. **Global Veterinária**, v.7, n.4, p.411-414. 2011.

HUYGHEBAERT, G.; DUCATELLE, R.; VAN IMMERSEEL, F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. **The Veterinary Journal**, v. 187, n. 2, p. 182-188, 2011.

IHEDIOKA, J.T.; OKAFOR, C. E.; IHEDIOHA, T. E. O hematológica perfil do Sprague Dawley out criados rato albino em Nsukka. **Animal** v.1, p.125-132. 2004.

ISABEL, B.; SANTOS, Y. Effects of dietary organic acids and essential oils on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. **Journal Appl. Poultry**, v.18, p.472–476. 2009.

ITOKAWA, H. *et al.* Antitumor principles from Ginkgo biloba L. **Chemistry Pharmacy Bulletin**, v.35, p.3016–3020. 1987.

JAYATHILAKAN, K. *et al.* Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed-over-flavour in different species of meat. **Food Chemistry**, v.105, p.908–916. 2007.

KARRE, L. *et al.* Review: Natural antioxidants in meat and poultry products. **Meat Science**, v.93, p.220–227. 2013.

KAYA, C. A.; TUNCER, S. D. The effects of an organic acid and etheric oils mixture on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broilers. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.8, p.94-98. 2009.

KUBO, I. *et al.* Antioxidant activity of anarcadic acids. **Food Chemistry**, v. 99, p 555-562, 2006.

KUBO, I. *et al.* Antibacterial action of anarcadic acids against methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA), v.17; 51 (26), p 7624-7628, 2003.

KUBO, I. *et al.* Antitumor agents from the cashew (Anacardium occidentale) apple juice. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. v.41, p.1012–1015. 1993a.

KUBO, I. *et al.* Structure-antibacterial activity relationships of anarcadic acids. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 41, p. 1016-1019, 1993b.

LIEM, A. *et al.* The effect of several organic acids on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chicks. **Poultry Science**, 87: 689-693. 2008.

LIMA, C.A.A. *et al.* Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anarcádicos do óleo da casca da castanha de caju (CNSL) dos clones de cajueiro-anão-precoce ccp-76 e ccp-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, p. 2000.

LUBIC, M.; THACHIL, E.T. Copolymerization of cashew nut shell liquid (CNSL) and phenol by condensation with hexamine. **International Journal of Polymeric Materials**, v.52, p.793 - 807, 2003.

MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. Revisão: antioxidantes naturais da família *Lamiaceae*. Aplicação em produtos alimentícios. **Brasilian Journal of Food technology**, v.10, p.96-103. 2007.

MATOS, J.E.X.; SILVA, F.J.A.; VIEIRA, P. B. Solventes para extração do líquido da castanha de caju e compatibilidade ambiental. **Rev. Tecnol. Fortaleza**, v.29, n.1, p.101 – 109. 1998.

MASUOKA, N.; KUBO, I. Characterization of xanthine oxidase inhibition by anacardic acids. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1688, p.245–249. 2004.

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

MERCK MANUAL (2012). *Haematologic reference ranges*. Merck Veterinary Manual. Retrieved from <http://www.merckmanuals.com/>. Acesso: 30/01/2015.

MORAIS, T.C. *et al.* Protective effect of Anacardic Acids from Cashew(*Anacardium occidentale*) on ethanol-induced gastric damage in mice. **Chemico-Biological Interactions**, v.9, p.183-264. 2010.

MOREIRA, L.F.B.; GONZÁLEZ, G.; LUCAS, E.F. Estudo da interatividade entre moléculas asfálticas e compostos estabilizantes: LCC e Cardanol. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 46 - 54, 1998.

NARASIMHAN, B. *et al.* Efficiency of anacardic acid as preservative in tomato products. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.32, n.4, p.600–609. 2008.

NASCIMENTO, G. M. *et al.* Aditivos Alimentares como alternativas aos antibióticos promotores de crescimento em dietas para frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p.119-146. 2014.

NAVEENA, B. M. *et al.* Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. **Meat Science**, v.80, p.304–308. 2008.

NOURMOHAMMADI, R. *et al.* Effect of dietary acidification on some blood parameters and weekly performance of broiler chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.9, p. 3092-3097. 2010.

NUNEZ DE GONZALEZ, M. T. *et al.* Antioxidant properties of dried plum ingredients in raw and precooked pork sausage. **Journal of Food Science**, 73, H63–H71. 2008.

OLAFEDEHAN, C. O. *et al.* Effects of residual cyanide in processed cassava peel meals on haematological and biochemical indices of growing rabbits (p.212). **Proceedings of 35th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production**. 2010.

OLIVEIRA, A.C. *et al.* Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Quimica Nova**, v.32, p.689-702. 2009.

ONYEYILI, P.A. *et al.* A variação sazonal nos índices hematológicos no peito cinzento pintadas (*Numida mealagris pallatas Gallata*). **Nig. Journal of Animal Production**, v.18, n.2, p.108-111, 1991.

ÖZEK, K. *et al.* Effects of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying hens in a hot summer season. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.20, p.575–586. 2011.

OYAWOYE, B. M.; OGUNKUNLE, H. N. *Biochemical and haematological reference values in normal experimental animals*. **New York: Masson**. p.212-218, 2004.

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

ROY, R.D. *et al.* Influence of a propionic acid feed additive on performance of turkey poult with experimentally induced poult enteritis and mortality syndrome. **Poultry Science**, v. 81, p. 951-957. 2002.

SADER, H.S. O uso de antibióticos promotores de crescimento contribui para a resistência dos antibióticos? **Anais Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia avícolas**, Campinas, Brasil, p.211-217, 2004.

SALAZAR, P.C.R. *et al.* Efeito dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.45, n.6, p.463-471, 2008.

SANTOS, M.C. *et al.* Resgate histórico de um grupo rural de estudos das plantas medicinais: educação em saúde. **Cadernos de Educação: FaE/PPGE/UFPel**, Pelotas. v. 39, p285-299, 2011.

SNOW, J.L. *et al.* Phytase, citric acid and 1  $\alpha$ -Hydroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.83, p.1187-1192. 2004.

SUN, B.; FUKUHARA, M. Effects of co-administration of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole and flavonoids on the activation of mutagens and drug-metabolizing enzymes in mice. **Toxicology**, v.122, p.61-72. 1997.

TALEBI, E. *et al.* Influence of three different organic acids on broiler performance. **Asian Journal Poultry Science**, v.4, n 1, p.7-11. 2010.

TOGUN, V. A. *et al.* Effects of chronic lead administration on the haematological parameters of rabbits – a preliminary study (p. 341). Proceedings of the 41st Conferences of the Agricultural Society of Nigeria. 2007.

TOGHYANI, M. *et al.* Performance, immunity, sérum biochemical and hematological parameters in broiler chicks fed dietary thyme as alternative for an antibiotic growth promoter. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.40, p.6819-6825, 2010.

TOYOMIZU, M. *et al.* Uncoupling effect of anacardic acids from cashew nut shell oil on oxidative phosphorylation of rat liver mitochondria. **Life Science**. v.66/3, p.229-234. 2000.

TOYOMIZU, M. *et al.* Anacardic acid-mediated changes in membrane potential and pH gradient across liposomal membranes. **Biochimica et Biophysica Acta**, 1558, p. 54–62. 2002.

TOYOMIZU, M. *et al.* Inhibitory effect of dietary anacardic acid supplementation on cecal lesion formation following chicken coccidial infection. **Animal Science. Journal**. v. 74, n. 2, p. 105-109. 2003a.

TOYOMIZU, M. *et al.* Reducing effect of dietary anacardic acid on body fatpads in rats. **Animal Science Journal**. v.74, p. 499-504, 2003b.

TRAESEL, C.K. *et al.* Óleos essenciais como substituintes de antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte: perfil de soroproteínas e peróxidação lipídica. **Ciência Rural**, v.41, p.278-284. 2011.

TREVISAN, M.T.S. *et al.* Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p. 188–197. 2006.

VIEIRA, T.S. **Estudos visando à síntese de novos derivados do LCC com potencial atividade no tratamento da doença de Alzheimer.** 2007. 89 f. Dissertação (mestrado em química) - Universidade de Brasília, Brasília.

WANG, D. *et al.* Inhibitory activity of unsaturated fatty acids and anacardic viia complex. **Journal of Natural Products**, v.62, p.1352-1355, 1998.



## CAPÍTULO II

---

Desempenho, característica de carcaça e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio

## **Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio**

**RESUMO** – A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar os efeitos da adição do anacardato de cálcio (ACC), como fonte de ácido anacárdico na ração de frangos de corte sobre o desempenho, as características de carcaça e na qualidade e estabilidade lipídica da carne. Foram alojados 840 pintos machos de um dia de idade em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 7 repetições de 20 aves. Os tratamentos aplicados foram: ração sem adição de promotor de crescimento (PC), ração com PC e, os demais, rações sem PC e adição de ACC nos níveis de 0,25, 0,50, 0,75 e 1%. O consumo de ração não foi influenciado significativamente pelos tratamentos em nenhum dos períodos estudados. Entretanto, o ganho de peso e a conversão alimentar variaram significativamente entre os tratamentos nos períodos de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade a adição de ACC a partir de 0,75% reduziu o ganho de peso e prejudicou a conversão alimentar. Porém, essas variáveis não foram influenciadas significativamente quando se avaliou o período total (1 a 42 dias). Também não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa e gordura abdominal e cor, perda de peso por cocção, capacidade retenção de água e pH da carne. No entanto, o TBARS diminuiu linearmente com o aumento dos níveis de ACC na ração. Conclui-se que o ACC pode ser adicionado na ração dos frangos de corte até o nível de 1%, sem que ocorram alterações no desempenho ao final do período de criação (42 dias de idade), nas características de carcaça e da qualidade da carne, sendo possível melhorar estabilidade lipídica da carne a partir de 0,75% de adição.

**Palavras-chave:** ácido orgânico, aditivo natural, rendimento de carcaça

## **Performance, carcass characteristics and meat quality of broiler feed with calcium anacardate**

**ABSTRACT** – The research aims to evaluate the effects of adding calcium anacardic (CAC) as a source of Anacardic acid in the feed of broiler about the performance, carcass characteristics, quality and lipid stability meat. For this, 840 male chicks from one day old were randomly assigned to six treatments, with seven replicates of twenty birds. The treatments were: feed without added growth promoter (PC), feed with PC, the others without PC and adding CAC levels of 0.25, 0.50, 0.75 and 1%. Food consumption was not significantly affected by the treatments in any of the periods studied. However, weight gain and feed conversion varied significantly between treatments in periods 1 to 7 and from 1 to 21 days old the addition of CAC from 0.75% reduced weight gain and feed conversion detracted. However, these variables were not significantly influenced when evaluating the total period (1-42 days old). There was no significant treatment effect on carcass yield, breast, thigh and drumstick + abdominal fat and color, weight loss by cooking, capacity retention of water and pH of the meat. However, TBARS decreased linearly with increasing levels of CAC in the feed. We conclude that the CAC can be added in the feed of broiler to the level of 1%, there aren't changes in the performance at the end of the growing period (42 days old), in the carcass characteristics and meat quality, it is possible to improve lipid stability of meat from 0.75% added.

**Keywords:** organic acid, natural additive, carcass yield

## INTRODUÇÃO

Em todo o mundo tem havido uma pressão dos consumidores sobre as cadeias de produção dos produtos de origem animal no sentido de reduzirem ou eliminarem o uso de aditivos na alimentação animal. Assim, na tentativa de atender a demanda desses consumidores, a indústria avícola tem estimulado as pesquisas na busca da substituição dos promotores de crescimento e antioxidantes sintéticos, comumente utilizados para promover o melhor desempenho das aves, por aditivos naturais cuja ação, eficiência e viabilidade econômica devem ser cientificamente comprovadas.

Considerando que manter um ambiente intestinal saudável é essencial para o desempenho eficiente de frangos de corte, ao longo dos anos o uso de ácidos orgânicos, probióticos, prébióticos e, mais recentemente, os aditivos fitogênicos (ervas, óleos essenciais, resinas e seus compostos purificados) têm sido avaliados em substituição ao uso de promotores de crescimento (antibióticos) na alimentação dos frangos de corte, visando o bom desempenho e a manutenção da saúde intestinal dessas aves.

Os aditivos fitogênicos agem controlando potenciais agentes patogênicos e beneficiando a modulação da microbiota intestinal. Os efeitos antimicrobianos são atribuídos às moléculas bioativas, incluindo o carvacrol, timol, capsaicina, cineol, componentes fenólicos e etc. Além disso, vários extratos de plantas são conhecidos por terem ação antimicrobianos, antivirais, anticoccidianos, fungicida, somando-se a essas as propriedades antioxidantes (Murugesan et al., 2015). Dessa forma, alguns estudos têm demonstrado benefícios da atividade antioxidante dos extratos vegetais sobre a qualidade da carne, principalmente, na estabilidade lipídica quando fontes vegetais mais ricas em compostos fenólicos, como a salvia, tomilho, alecrim, orégano, açafraão (Frag et al., 1989; Botsoglou et al., 1997; Lopez-Bote et al., 1998; Botsoglou et al., 2002; Botsoglou et al., 2005) e o extrato etanólico da manga (Freitas et al., 2012; Freitas et al., 2015) foram adicionadas na ração.

O ácido anacárdico é um composto fenólico derivado do ácido salicílico, encontrado nas diferentes partes do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) e, em maior proporção no líquido da castanha de caju (LCC). Os relatos encontrados na literatura indicam que este composto apresenta várias atividades biológicas, como atividade antitumoral (Kubo et al. 1993a), atividade inibidora seletiva contra bactérias gram-

positivas (Kubo et al., 1993b) e contra *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus* (Kubo et al., 2003), atividade antioxidante na prevenção dos danos oxidativos na mitocôndria do fígado (Toyomizu et al., 2000) e inibição da geração dos superóxidos e atividade da xantina oxidase (Trevisan et al., 2006). Toyomizu et al. (2003b) observaram que o ácido anacárdico apresenta potencial para reduzir a deposição de gordura corporal em ratos.

Para uso na avicultura, Toyomizu et al. (2003a) demonstraram efeito benéfico do ácido anacárdico na prevenção das lesões provocadas pela coccidiose no intestino de frangos de corte. O uso do líquido da castanha de caju (LCC) como fonte desse ácido orgânico foi investigado por López et al. (2012), que constaram a adição de LCC na dose de 0,40 mL/kg de ração, proporcionou desempenho semelhante ao obtido com o antibiótico virginiamicina e reduziu a concentração de *Escherichia Coli* no conteúdo intestinal. No entanto, Odunsi e Oyewole (1996) relataram que a adição de LCC na ração dos frangos de corte, em níveis acima de 1%, prejudicou o desempenho.

Diante do exposto a presente pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos do uso de anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico nas rações sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne de frangos de corte.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para condução do experimento foram adquiridos 840 pintos de um dia de idade, da linhagem Ross 308, vacinados no incubatório para doença de Marek e Gumboro. O experimento foi conduzido num galpão de alvenaria com dimensões de 15 m x 10 m, coberto por telhas de barro, piso cimentado, pé direito com 3,5 m e orientado longitudinalmente no sentido leste-oeste, contendo 48 boxes de 1,5 m x 1,0 m. O piso dos boxes foi coberto com cama reutilizada para aumentar o desafio imposto aos animais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e sete repetições de 20 aves cada, totalizando 140 aves por tratamento. Os tratamentos aplicados foram: T1 = Controle negativo - ração sem adição de promotor de crescimento (PC); T2 = Controle positivo - ração com adição de PC; T3 = Ração com

adição de 0,25% de anacardato de cálcio (ACC) e sem adição de PC; T4 = Ração com adição de 0,50% de ACC e sem adição de PC; T5 = Ração com adição de 0,75% de ACC e sem adição de PC; T6 = Ração com adição de 1% de ACC e sem adição de PC.

O programa de alimentação foi dividido em três fases, a fase inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e a final (35 a 42 dias). As rações experimentais foram formuladas para serem isonutrientes e isoenergéticas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pelo manual da linhagem (Tabelas 1, 2 e 3). Para o cálculo das mesmas foram consideradas as composições químicas dos ingredientes apresentado por Rostagno et al. (2011).

O ácido anacárdico foi adicionado nas rações na forma de anacardato de cálcio, produto intermediário do processo de obtenção do ácido puro, a partir do líquido da castanha de caju (LCC). Inicialmente, o LCC foi obtido a partir da castanha de caju sobre o aquecimento a 120°C por um período mínimo de uma hora, sendo este imediatamente recolhido e armazenado, a medida que se acumulava no recipiente de vidro. A extração do anacardato de cálcio deu-se em um Becker de 4 L com adição de 550 mL de LCC, 150 mL de água destilada e 2850 mL de etanol, que depois de misturados foram levados a um agitador por 4h, aquecido a 50°C, sob monitoramento constante da temperatura. Ao longo do procedimento foram incorporados à mistura 250 g de hidróxido de cálcio. Após 4h de agitação e aquecimento, foi deixado descansar por 1h, favorecendo a retirada do sobrenadante. Em seguida, foi adicionado mais 800 mL de etanol e novamente foi misturado no agitador sobre aquecimento por mais 1h. Concluída essa etapa, o anacardato de cálcio extraído foi levado à estufa para secagem por 72h e depois triturado (Trevisan et al., 2006).

Durante o período experimental, os dados de temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar foram coletados no início da manhã e no final da tarde por intermédio de termômetros de máxima e mínima e psicrômetro respectivamente. As médias de temperatura ambiente mínima e máxima no galpão durante o experimento foram 26,0 e 28,9°C, respectivamente, e de umidade relativa do ar foi de 69%.

**Tabela 1** – Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1\
Milho	55,83	55,83	55,83	55,83	55,83	55,83
Farelo de soja	36,05	36,05	36,05	36,05	36,05	36,05
Óleo de soja	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Fosf. bicálcico	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Calcário	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Inerte	1,00	0,91	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L-lisina HCl	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Nicarbazina	-	0,004	-	-	-	-
Manteban	-	0,040	-	-	-	-
BMD11% <sup>2</sup>	-	0,046	-	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional calculada						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	21,16	21,16	21,16	21,16	21,16	21,16
Materia seca (%)	88,80	88,80	88,80	88,80	88,80	88,80
FDN (%)	11,63	11,63	11,63	11,63	11,63	11,63
FDA (%)	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Cálcio (%)	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Fósf. disponível (%)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina total (%)	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Metionina total (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Met. + cistina total(%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Treonina total (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Triptofano total (%)	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g; <sup>2</sup>Bacitracina de Metileno Dissilicato 11%

**Tabela 2** - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1
Milho	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90
Farelo de soja	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93
Óleo de soja	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Fosf. bicálcico	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Calcário	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Inerte	1,00	0,90	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
L-lisina HCl	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Salinomicina	-	0,05	-	-	-	-
BMD11% <sup>2</sup>	-	0,05	-	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional calculada						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	19,15	19,15	19,15	19,15	19,15	19,15
Materia seca (%)	88,75	88,75	88,75	88,75	88,75	88,75
FDN (%)	11,53	11,53	11,53	11,53	11,53	11,53
FDA (%)	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósf. disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina total (%)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Metionina total (%)	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Met. + cistina total(%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Treonina total (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Triptofano total (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g; <sup>2</sup>Bacitracina de Metileno Dissilicato 11%



**Tabela 3** - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 35 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1
Milho	62,75	62,75	62,75	62,75	62,75	62,75
Farelo de soja	28,03	28,03	28,03	28,03	28,03	28,03
Óleo de soja	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Fosf. bicálcico	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Calcário	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Inerte	1,00	1,00	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-lisina HCl	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional calculada						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Proteína bruta (%)	18,32	18,32	18,32	18,32	18,32	18,32
Materia seca (%)	88,55	88,55	88,55	88,55	88,55	88,55
FDN (%)	11,26	11,26	11,26	11,26	11,26	11,26
FDA (%)	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51
Cálcio (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Fósf. disponível (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Lisina total (%)	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Metionina total (%)	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Met. + cistina total(%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Treonina total (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Triptofano total (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g.

As variáveis de desempenho analisadas foram: consumo de ração (g/ave), a ração fornecida no início das fases de criação e as sobras no final das fases foram pesadas e, por diferença, foi calculado o consumo de ração para cada repetição. Ganho de peso (g/ave), sendo as aves de cada repetição pesadas no dia da chegada, aos 7, 21, 35 e aos 42 dias para que o ganho médio de peso de cada parcela fosse calculado. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso das aves.

Para as variáveis de rendimento de carcaça e qualidade da carne, aos 42 dias de idade, após o jejum alimentar de seis horas, todas as aves foram pesadas. Em seguida, foram selecionados três frangos de cada boxe com o peso vivo próximo ao peso médio da parcela ( $\pm 100$ g). Estas aves foram identificadas individualmente e encaminhadas ao abatedouro do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal do Ceará (DZ/CCA/UFC), onde foram abatidas por deslocamento cervical, seguido de sangria, escaldagem (água a 60°C por 3 min.), depena e evisceração.

As carcaças limpas, sem pescoço, pés e vísceras foram pesadas para determinação do rendimento de carcaça, que foi expresso em porcentagem de peso vivo. Em seguida, foram realizados cortes para retirada do peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal, os quais foram pesados para se calcular o rendimento em relação ao peso da carcaça quente.

Para qualidade da carne foram avaliados os seguintes parâmetros: TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico), L\*, a\*, b\*, pH, perda de água por cocção (PPC) e capacidade de retenção de água (CRA). Após o abate, os peitos das aves foram embalados em sacos plásticos e encaminhados para o Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos/CCA/UFC onde foram realizadas as avaliações.

A determinação de TBARS seguiu a técnica descrita por Facco (2002). A cada unidade se adicionou 1 mL de solução Butil hidroxotolueno (BHT), 40 mL da solução de tricloroacético (TCA), e em seguida, homogeneizada em um desintegrador de tecidos por 30s. O homogeneizado foi transferido para tubos de centrífuga e processado durante 10 minutos a 10.000 rpm 4°C. Em seguida, o material foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 50 mL e completado o volume com a solução de TCA. Desta

solução, três alíquotas de 2 mL foram transferidas para tubos de ensaio com tampa e adicionado 2 mL da solução de ácido tiobarbitúrico. Os tubos foram aquecidos em banho-maria por 50 minutos, em seguida, resfriados à temperatura ambiente e lido a absorbância em espectrofotômetro 531 nm.

A medição objetiva da cor das amostras foi realizada mediante colorímetro Minolta CR300, Tokyo, operando no sistema CIE ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). Sendo  $L^*$  a luminosidade, variando de 0 (preto) para 100 (branco);  $a^*$  a intensidade da cor vermelha, variando de verde (-60) a vermelho (+60); e  $b^*$  a intensidade da cor amarela, variando do azul (-60) a amarelo (+60). A calibração do aparelho foi realizada por meio de placa de cerâmica branca, utilizando-se o iluminante  $D_{65}$ .

O pH foi determinado com o auxílio de um pHgâmetro previamente calibrado. Foram realizadas duas medidas, no centro do músculo Pectoralis major, considerando-se a média desses valores (Allen et al., 1997).

Para determinar a capacidade de retenção de água (CRA), a carne foi homogeneizada em processador de alimentos. Da massa obtida, foram pesados 5 g, colocados em tubos de plástico, adicionados 8,0 mL de solução de NaCl 0,6M. a mistura foi homogeneizada com a ajuda de um bastão de vidro por 1 minuto. Após descanso em banho de gelo, por 30 minutos, a mistura foi novamente homogeneizada por 1 minuto e o conteúdo foi centrifugado a 4°C, a 13.800 x g, por 15 minutos. O sobrenadante foi transferido para a proveta de 10 mL. Por diferença entre o volume de solução salina adicionado e aquele coletado na proveta, foi determinado o volume de solução incorporado às fibras musculares desintegradas e obteve-se o valor estimado para a CRA (Warriss, 2003).

As perdas de peso por cocção (PPC) foram determinadas através de uma amostra de carne fresca, previamente pesada e depois embalada a vácuo e cozida em banho-maria por 25 minutos a 85°C. Depois de resfriada, atingindo temperatura ambiente, a amostra foi seca em papel toalha e pesada. As PPC foram determinadas pela relação entre o peso da carne cozida e o peso da carne fresca de acordo com a metodologia de Wattanachant et al. (2004).

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o “Statistical Analyses System” (SAS, 2009). Os dados das variáveis de desempenho e qualidade da carcaça foram analisados pelo procedimento ANOVA do SAS (2009). Para determinar o melhor

nível de inclusão do ácido anacárdico nas rações, os dados dos tratamentos que continham 0,25%; 0,50%; 0,75% e 1% de ACC foram submetidos análise de regressão. Também foi realizada a comparação de médias entre todos os tratamentos pelo teste SNK (5%).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Conforme a análise estatística dos dados os valores médios de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos submetidos aos diferentes tratamentos, nas fases inicial, crescimento, final e período total, estão apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6.

**Tabela 4** - Consumo de ração em vários períodos de vida de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração.

Tratamentos	Consumo de ração (g/ave)			
	1 a 7 dias	1 a 21 dias	22 a 42 dias	1 a 42 dias
Sem aditivos	145,71	1829,52	3339,20	5168,72
Com aditivos	142,14	1832,20	3344,30	5176,49
0,25% ACC	139,29	1792,03	3370,38	5162,41
0,50% ACC	141,07	1801,56	3356,27	5157,83
0,75% ACC	138,21	1802,53	3352,37	5154,90
1% ACC	143,65	1797,78	3313,94	5111,72
ANOVA	<i>p</i> -valor			
Tratamentos	0,4336	0,0673	0,9657	0,9525
Regressão	<i>p</i> -valor			
Linear	0,1688	0,7510	0,3823	0,4754
Quadrática	0,2673	0,5846	0,7863	0,6949
CV(%)	5,19	3,66	3,49	2,50

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%). ACC: ácido anacárdico; CV: coeficiente de variação.

Para o consumo de ração, observou-se que não houve efeito significativo dos tratamentos em nenhum dos períodos avaliados (1 a 7; 1 a 21; 22 a 42 e de 1 a 42 dias de idade). Considerando-se que as rações foram formuladas para serem isonutrientes e isoenergéticas e que as aves regulam o consumo de alimento para manter a ingestão de nutrientes necessários para a demanda de sua manutenção e produção, pode-se inferir que a ingestão dos nutrientes não variou entre os tratamentos e, conseqüentemente, os tratamentos não tiveram influência sobre o consumo.

Os resultados obtidos na presente pesquisa estão de acordo com os relatos na literatura em que aditivos promotores de crescimento não resultaram em efeito sobre a ingestão de ração dos frangos de corte. Corrêa et al. (2003) e Lorençon et al. (2007) que utilizaram probiótico e antibiótico promotor de crescimento na dieta de frangos de corte não encontraram diferença significativa para variável consumo de ração. Segundo Faria et al. (2009) e Adil et al. (2010), o uso de ácidos orgânicos na alimentação de frangos de corte também não afetou o consumo de ração das aves. López et al. (2012), pesquisando os efeitos do líquido da castanha de caju como promotor de crescimento não encontraram diferença estatística no consumo de ração em nenhum período avaliado.

Diferente dos efeitos observados na presente pesquisa, os resultados obtidos por Skinner et al. (1991) e Garrido et al. (2004) demonstraram aumento significativo no consumo de ração das aves que receberam ácido orgânico em relação ao grupo isento de aditivos, justificando esse aumento por um melhor equilíbrio da flora intestinal produzida pelo efeito inibidor de patógenos dos ácidos orgânicos. Segundo Vale et al. (2004) uma mistura de 2% de ácido fórmico e propiônico promoveu menor consumo de ração de 1 a 21 dias de idade em frangos de corte.

Em relação a variável ganho de peso (Tabela 5), observou-se diferenças significativas entre os tratamentos apenas para os períodos de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade. No período de 1 a 7 dias, as aves alimentadas com 0,75% e 1% de anacardato na ração apresentaram menor ganho de peso em relação às aves alimentadas com a ração que não continha nenhum aditivo. Quando se considerou o período de 1 a 21 dias, observou-se que as aves alimentadas com 0,50%, 0,75% e 1% de anacardato na ração apresentaram menor ganho de peso em relação às aves alimentadas com a ração que não continha nenhum aditivo ou a adição de antibiótico.

Avaliando o efeito da dose de anacardato, na análise de regressão, observou-se redução linear no ganho de peso de 1 a 7 dias de idade ( $\hat{Y}=132,40 - 14,25X$ ,  $R^2=0,86$ ) e de 1 a 21 dias de idade ( $\hat{Y}=903,09 - 110,55X$ ,  $R^2=0,99$ ). Esse efeito do ACC reduzindo o ganho de peso das aves na fase inicial pode ser um reflexo de uma resposta adaptativa das aves para a ação do ácido anacárdico em inibir a atividade da xantina oxidase, dificultando o metabolismo do nitrogênio nas aves e, conseqüentemente, contribuindo para o menor ganho de peso.

**Tabela 5** - Ganho de Peso em vários períodos de vida de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração.

Tratamentos	Ganho de Peso (g/ave)			
	1 a 7 dias	1 a 21 dias	22 a 42 dias	1 a 42 dias
Sem aditivos	132,92a	899,96a	1712,57	2612,53
Com aditivos	128,96ab	887,31a	1641,71	2559,02
0,25% ACC	130,46ab	875,76a	1663,57	2539,34
0,50% ACC	123,55ab	845,84b	1720,14	2565,99
0,75% ACC	120,32b	823,21b	1700,29	2523,50
1% ACC	119,66b	791,18c	1715,84	2507,04
ANOVA	<i>p</i> -valor			
Tratamentos	0,0044	0,0001	0,4123	0,2658
Regressão	<i>p</i> -valor			
Linear	0,0053	<0,0001	0,2450	0,2911
Quadrática	0,2398	0,9065	0,4368	0,4669
CV(%)	5,74	3,05	4,95	3,39

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%). ACC: ácido anacárdico; CV: coeficiente de variação.

Embora o ganho de peso das aves tenha sido influenciado pelos tratamentos na fase inicial (1 a 21 dias de idade), esse efeito não foi constatado quando se avaliou o desempenho das aves durante o período total de criação (1 a 42 dias de idade). Assim, é possível que o efeito negativo da adição do anacardato de cálcio na ração observado na fase inicial, não tenha sido constatado quando se considerou o desempenho do período total de criação devido à possibilidade de crescimento compensatório, após 21 dias de idade, das aves submetidas aos níveis de 0,25, 0,50, 0,75 e 1% de anacardato na ração.

Para a variável conversão alimentar observou-se diferenças significativas entre os tratamentos apenas para os períodos de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade. No período de 1 a 7 dias, as aves alimentadas com 0,75% e 1% de anacardato na ração apresentaram pior conversão em relação às aves alimentadas com a ração que não tinha nenhum aditivo. Quando se considerou o período de 1 a 21 dias, observou-se que as aves alimentadas com 0,50%, 0,75% e 1% de anacardato na ração apresentaram melhor conversão em relação às aves alimentadas com a ração que não tinha nenhum aditivo ou a adição de antibiótico.

**Tabela 6** - Conversão alimentar em vários períodos de vida de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração.

Tratamentos	Conversão Alimentar			
	1 a 7 dias	1 a 21 dias	22 a 42 dias	1 a 42 dias
Sem aditivos	1,10b	2,03c	1,95	1,98
Com aditivos	1,10b	2,07c	2,04	2,05
0,25% ACC	1,07b	2,05c	2,03	2,03
0,50% ACC	1,15ab	2,13cb	1,96	2,01
0,75% ACC	1,15ab	2,19b	1,97	2,04
1% ACC	1,20 <sup>a</sup>	2,27a	1,93	2,04
ANOVA	<i>p</i> -valor			
Tratamentos	0,0028	0,0001	0,2459	0,3947
Regressão	<i>p</i> -valor			
Linear	0,0080	0,0001	0,0680	0,6736
Quadrática	0,5969	0,9381	0,6452	0,7576
CV(%)	5,32	3,41	4,95	3,37

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%). ACC: ácido anacárdico; CV: coeficiente de variação

Avaliando o efeito da dose de anacardato, na análise de regressão, observou-se prejuízo linear na conversão alimentar de 1 a 7 dias de idade ( $\hat{Y}=1,04 + 0,16X$ ,  $R^2=0,87$ ) e de 1 a 21 dias ( $\hat{Y}=1,97 + 0,30X$ ,  $R^2=0,99$ ).

No geral, pode-se inferir que os resultados obtidos para conversão alimentar refletem a melhora no ganho de peso sem alteração do consumo por alguns tratamentos.

Por se tratar de uma fonte de ácido orgânico, resolveu-se comparar os resultados obtidos com o uso do anacardato de cálcio na alimentação frangos com os obtidos para a adição de ácidos orgânicos diversos na alimentação de frangos de corte encontrados na literatura, e constatou-se, no geral que os resultados obtidos na presente pesquisa diferem em parte de alguns relatados na literatura.

Tem sido proposto que a inclusão de ácidos orgânicos em rações na fase inicial possa ser determinante em respostas nas fases posteriores (Daskiran et al., 2004). Porém, nessa pesquisa isso não foi observado, pois o efeito da fase inicial (1 a 21 dias de idade) não ocorreu na fase subsequente (22 a 42 dias de idade) e nem no período total (1 a 42 dias de idade).

Por outro lado, os resultados encontrados na literatura sobre os efeitos dos ácidos orgânicos sobre o desempenho de frangos, também têm sido variáveis. Patten e Waldroup (1998) avaliaram o efeito do uso de ácido orgânico na dieta de frangos de corte e observaram que a adição de 0,5 ou 1,0% de ácido fumárico melhorou o ganho de

peso dos frangos e a adição de 0,72% de formiato de cálcio reduziu o peso corporal aos 21 dias de idade. Segundo os pesquisadores, esses resultados ocorrem devido as alterações que os ácidos orgânicos podem ocasionar ao pH intestinal, bem como as alterações da microflora intestinal.

Lesson et al. (2005) observaram que o uso de acidificante pode melhorar a manutenção da integridade intestinal dos frangos e com isso ocasionar um impacto positivo na conversão alimentar. Viola e Vieira (2007) observaram diferença significativa na conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade com adição de mistura de acidificantes na ração e concluíram que essa mistura foi benéfica promovendo respostas similares as obtidas com antibiótico. Entretanto, alguns experimentos com frangos de corte alimentados com ácidos orgânicos não apresentaram diferença significativa nas variáveis de desempenho no período total de criação (Jang et al., 2004; Viola e Vieira, 2007; López et al., 2012).

O uso do líquido da castanha de caju (LCC) como fonte de ácido orgânico foi avaliado por López et al. (2012) que relataram resultados diferentes dos que foram mostrados nessa pesquisa para fase inicial (1 a 21 dias de idade). Porém, na fase de crescimento e total os resultados foram semelhantes, ou seja, não houve diferença significativa na variável conversão alimentar dos frangos.

Contudo, a ausência de efeitos positivos do uso de aditivo antibiótico em relação ao não uso encontrado nessa pesquisa, é um indicativo de que as aves não sofreram nenhum desafio de campo que pudesse afetar o desempenho. Alguns pesquisadores (Jang et al., 2004; Viola e Vieira, 2007; López et al., 2012) atribuíram a ausência de variação no desempenho em ensaios de avaliação da utilização de ácidos orgânicos frente ao uso de antibióticos à boa nutrição ofertada e as condições ambientais ideais em que esses animais foram mantidos, com destaque para a boa desinfecção das instalações.

Todavia, os resultados obtidos para a adição do anacardato de cálcio podem ser vistos como um indicativo de que esse produto não altera a palatabilidade da ração de modo a influenciar no consumo, e não promove efeitos tóxicos ou antinutricionais que afetem o desempenho das aves ao final do ciclo de criação. Por outro lado, a redução no ganho de peso até o final da fase inicial (21 dias de idade) indica a necessidade da realização de mais estudos afim de que futuros resultados possam contribuir para a definição dos níveis nutricionais mais adequados desse aditivo.



Para as variáveis de peso pré-abate das aves, de rendimento de carcaça, de peito, de coxa+sobrecoxa e gordura abdominal (Tabela 7), não houve efeito significativo dos tratamentos.

Os resultados dessa pesquisa corroboram com os relatados por Santos et al. (2004); Pelicano et al. (2005); Faria et al. (2009) e Adil et al. (2010), que utilizaram promotores de crescimento alternativos e convencionais nas dietas e não encontraram diferenças significativas para o rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa) de frangos de corte. Porém, outros estudos confirmam a eficácia dos aditivos como promotores de crescimento sobre o rendimento de carcaça e partes de frangos de corte, com melhora no rendimento do peito, da carcaça e diminuição da porcentagem da gordura abdominal (Jamroz e Kamil, 2002; Alçiçek et al., 2003; Demir et al., 2006; Fascina et al., 2012; Medeiros et al., 2012).

**Tabela 7** - Peso pré-abate e características de carcaça de frangos alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração.

Tratamentos	Variáveis				
	Peso pré-abate (g)	Rendimento de Carcaça (%)	Rendimento de Peito (%)	Rendimento de Coxa+Sobrecoxa (%)	Gordura abdominal (%)
Sem aditivos	2660,71	75,15	33,43	30,63	2,27
Com aditivos	2577,14	75,35	32,94	30,84	1,98
0,25% ACC	2587,14	74,94	32,88	31,12	2,22
0,50% ACC	2613,86	74,89	33,57	31,12	2,24
0,75% ACC	2571,43	74,94	33,36	30,99	2,14
1% ACC	2555,14	74,90	33,23	31,33	1,96
ANOVA	<i>p</i> -valor				
Tratamentos	0,2668	0,6839	0,8068	0,5480	0,5610
Regressão	<i>p</i> -valor				
Linear	0,2956	0,9644	0,6505	0,6897	0,1637
Quadrática	0,4693	0,9827	0,3233	0,5260	0,4772
CV (%)	3,33	0,81	3,23	2,32	18,76

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%). ACC: ácido anacárdico; CV: coeficiente de variação.

Embora Toyomizu et al. (2003b) tenham relatado que o ácido anacárdico apresenta potencial para reduzir a deposição de gordura corporal em ratos submetidos a dieta que normalmente promovem aumento da deposição de gordura, sem alterar o consumo de ração, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos animais, os resultados

obtidos para gordura abdominal dos frangos alimentados com anacardato de cálcio indicam que esse efeito não foi evidente em frangos de corte.

Os resultados obtidos (Tabela 8) para cor da carne ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), perda de peso por cocção, capacidade de retenção de água e pH indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, nos valores de TBARS, observou-se que as aves alimentadas com ração sem aditivos, com antibióticos, 0,25 e 0,50% de ACC não apresentaram diferenças significativas entre si. Por sua vez, os níveis de 0,75 e 1% proporcionaram menores valores de TBARS que os demais.

Os resultados obtidos com a inclusão de 1% de ACC não diferiram significativamente dos obtidos com níveis de 0,75%. Nesse contexto, a inclusão de 0,75% de ACC na ração de frangos de corte é suficiente para reduzir a oxidação lipídica da carne, não necessitando assim, usar doses maiores, o que representa uma vantagem do ponto de vista econômico com as rações.

Avaliando o efeito das doses de anacardato, na análise de regressão, observou-se uma redução linear do TBARS ( $\hat{Y}=0,3 - 0,14X$ ,  $R^2=0,88$ ) determinados à medida que se aumentou os níveis de ACC.

**Tabela 8** – Qualidade da carne de peito de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração.

Tratamentos	Variáveis						
	TBARS	$L^*$	$a^*$	$b^*$	PPC (%)	CRA (%)	pH
Sem aditivos	0,26 <sup>a</sup>	63,01	11,32	13,41	14,29	29,45	6,02
Com aditivos	0,27 <sup>a</sup>	62,03	11,55	12,11	15,11	30,35	5,92
0,25% AAC	0,26 <sup>a</sup>	62,82	11,33	12,85	15,10	30,75	6,00
0,50% AAC	0,26 <sup>a</sup>	62,23	11,46	13,31	14,88	30,65	5,96
0,75% AAC	0,20 <sup>b</sup>	61,06	11,90	12,57	14,26	28,98	6,00
1% AAC	0,18 <sup>b</sup>	60,96	11,69	12,07	15,19	28,75	6,04
ANOVA				<i>p</i> -valor			
Tratamentos	0,0001	0,3278	0,8698	0,1110	0,9627	0,9913	0,8205
Regressão				<i>p</i> -valor			
Linear	0,0010	0,9990	0,5826	0,5366	0,9295	0,5111	0,5951
Quadrática	0,8625	0,8537	0,8341	0,8524	0,5466	0,9936	0,5604
CV (%)	7,89	2,73	7,06	6,70	14,53	19,30	2,46

Medias com letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ); TBARS = Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (mg de malonaldeído/kg de carne);  $L^*$ =luminosidade;  $a^*$  = intensidade da cor vermelha;  $b^*$  = intensidade da cor amarela; CV = Coeficiente de variação.PPC= perda de peso por cocção, CRA=capacidade de retenção de água.

Shirzadegan e Falahpour (2014) verificaram que adicionando 2,5; 5,0 e 7,5 g de extrato de ervas medicinais (HEM) / kg de ração, reduzia o processo de oxidação lipídica da carne de coxa de frango. Esses autores concluíram que os frangos alimentados com 7,5 g de HEM na ração podem ser menos susceptíveis à oxidação lipídica. Botsoglou et al. (2003) avaliando a oxidação lipídica do peito de perus alimentados com rações contendo óleo de orégano, também observaram efeito antioxidante no dia zero. Segundo esses autores, a inclusão de antioxidante na ração das aves mostra-se vantajosa, pois pode inibir a produção *in vivo* de compostos da oxidação, como malonaldeído.

Para as características da cor da carne do peito de frangos de corte, não foi observado nenhum efeito significativo com a inclusão do anacardato de cálcio na ração. Contudo, esses resultados foram satisfatórios, uma vez que não houve descoloração ou cores escuras da carne com o aumento de anacardato de cálcio.

Segundo Jang et al. (2008), redução na intensidade do amarelo da carne de frangos no dia zero (dia do abate) foi observado com o nível de 1% de extrato de ervas medicinais na ração, porém os autores não observaram diferenças para L\* e a\* no dia zero.

Os resultados encontrados em nossa pesquisa para cor da carne de peito corroboram com os relatados por Konca et al. (2009) que não observaram nenhum efeito na cor da carne de frangos alimentados com suplementação de até 300 mg/kg ácido ascórbico na ração.

O pH do músculo possui valores médios de 7,2, porém logo após o abate, a carne continua em processo bioquímico, onde o condutor energético do músculo é transformado em glicogênio láctico através da ação enzimática. Sendo o pH um dos fatores mais importantes na transformação do músculo em carne e tendo efeito decisivo sobre a qualidade da carne fresca e de seus derivados (Ordóñez, 2005), sendo assim, podemos inferir que o pH da carne do peito dos frangos dessa pesquisa (5,9 a 6,0) estão dentro do esperado de uma carne de boa qualidade. Já, Venturini et al. (2007) relataram que um pH superior a 6,2, a carne de frango irá se encontrar com uma grande retenção de água, o que implica em um curto tempo de conservação e o estabelecimento da cor escura (carne DFD) enquanto um pH inferior a 5,8, a carne de frango terá baixa retenção de água, terá aspecto pálido e mole (carne PSE), características não

encontradas nessa pesquisa, demonstrando que o anacardato de cálcio não altera as características de pH da carne dos frangos.

Os resultados da pesquisa corroboram com os relatos de Souza et al. (2006) que avaliando a suplementação de vitamina E em dietas de frangos de corte, não observaram efeitos significativos sobre o pH da carne e os de Marzoni et al. (2014) estudando o efeito da inclusão de antioxidantes naturais (extrato seco de tomate, extrato seco de laranja, extrato seco de chá verde e alfa-acetato de tocoferol), não observaram efeito desses extratos sobre o pH da carne de peito e de coxa de frangos de corte e de patos, porém, esses autores relataram uma redução no valor de TBARS quando se adicionou os extratos vegetais secos, com exceção do aumento no dia zero quando adicionado extrato seco de tomate, que apresentou o maior valor. Os autores atribuíram esse efeito antioxidante *post mortem*, devido a um aumento na concentração de compostos polifenólicos nos tecidos, que inibem diretamente a peroxidação lipídica nos tecidos.

Junq et al. (2010) não observaram diferença nos valores de pH na carne de peito dos frangos de corte alimentados com rações contendo uma mistura de ácido gálico e ácido linoleico (MGL), mas aumentou a CRA com a adição de 1% de MGL. Já, Jang et al. (2008) utilizando extrato de ervas medicinais na ração de frangos de corte, observaram um aumento no pH da carne do peito dos frangos, porém, não observaram diferenças na CRA. Esses autores relataram ainda que esperavam um aumento na CRA, visto que, geralmente um maior pH implica em uma maior CRA. Chen et al. (2008) avaliando a inclusão de alho em pó na ração de suínos, observaram um aumentam o pH da carne.

A CRA é um parâmetro importante para o consumidor e a indústria, visto que influencia no aspecto e na palatabilidade da carne (Mendes et al., 2003). Para Jonsäll et al. (2001) a perda excessiva de água não é desejável para indústria, porque ocorre perda de peso, palatabilidade e valor nutritivo, resultando em rejeição pelo consumidor. Como nessa pesquisa a CRA não variou com o aumento do anacardato de cálcio na ração, podemos afirmar que a qualidade da carne foi mantida.

O pH da carne é muito importante devido sua positiva correlação com a CRA durante a conversão do músculo em carne (Bee et al., 2007). Segundo Olivo e Shimokomaki. (2006) a CRA e a PPC são influenciadas pela taxa e o grau de redução

do pH durante a instalação do *rigor mortis*, bem como pelo teor de proteína desnaturada.

Medeiros et al. (2012), utilizando selênio orgânico na ração de frangos de corte, observaram um aumento no pH e uma diminuição PPC da carne do peito dos frangos, mas não houve nenhum efeito na CRA. Os autores observaram ainda que o aumento do pH causou uma menor perda de água por cocção devido o pH final ficar acima do ponto isoelétrico das principais proteínas musculares, aumentando a capacidade dessas proteínas em reter água e diminuindo as perdas de água durante o processamento, tornando a carne mais macia. No entanto, esses resultados são diferentes em parte dos observados nessa pesquisa, onde, não foi encontrado diferença no pH, PPC e CRA da carne de frangos alimentados com níveis crescentes de ACC na ração.

A adição de compostos com atividade antioxidante na ração tem sido sugerida como forma de evitar uma piora no desempenho, na composição da carcaça e na qualidade da carne, que pode ocorrer em frangos submetidos ao estresse por calor. Assim, considerando que o ácido anacárdico é um composto fenólico derivado do ácido salicílico, cuja ação antioxidante tem sido a mais relatada entre suas ações biológicas (Trevisan et al. 2006), criou-se a expectativa que este poderia contribuir para melhorar o desempenho e a composição da carcaça dos frangos, o que não se confirmou nesta pesquisa.

## CONCLUSÕES

A adição do anacardato de cálcio, como fonte de ácido anacárdico, em níveis a partir de 0,75% na ração reduz o ganho de peso e prejudica a conversão alimentar dos frangos até 21 dias de idade. Contudo, a adição de até 1% não afeta o desempenho e as características de carcaça, aos 42 dias de idade.

A adição do anacardato de cálcio a partir de 0,75% reduz a oxidação lipídica, sem alterar os demais parâmetros de qualidade da carne dos frangos de corte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIL, S. *et al.* Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serumbiochemistry of broiler chicken. **Veterinary Medicine International**, 2010.

ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; ÇABUK, M. The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. **South African Journal of Animal Science**, v.33, n.2, p.89-94, 2003.

ALLEN, C. D. *et al.* The relationship of broiler meat color and pH to shelf-life and odor development. **Poultry Science**, v. 76, n. 7, p. 1042-1046, 1997.

BEE, G. *et al.* Rate and extent of pH decline affect proteolysis of cytoskeletal proteins and water-olding capacity in pork. **Meat Science**, v.76(2), p.359–365, 2007.

BOTSOGLOU, N.A. *et al.* Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. **Br. Poultry Science**, v.43, p.223-230, 2002.

BOTSOGLOU, N. *et al.* Olive leaves (*Olea europea* L.) and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. **Meat Science**, v.65, p.1193-1200, 2003.

BOTSOGLOU N. *et al.* The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs. **South African Journal of Animal Science** 2005; 35(3):143-151.

CHEN, Y. J. *et al.* Evaluation of dietary l-carnitine or garlic powder on growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, blood profiles and meat quality in finishing pigs. **Animal Feed Science Technology**, v.141, p.141-152, 2008.

CORRÊA, G.S.S. *et al.* Efeito de antibiótico e prebiótico sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n.4, p.467-473, 2003.

DASKIRAN, M. *et al.* Effect of dietary acidification on mortality rates, general performance, carcass characteristics, and serum chemistry of broilers exposed to cycling high ambient temperature stress. **Journal Applied Poultry Research**, v.13, p.605-613, 2004.

DEMIR, E.; KILINC, K. Effects of first feeding time, enzyme, thyme and garlic on growth performance and some intestinal traits in broiler chicks. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 12. 2006, Verona. **Abstracts...** Verona: The World's Poultry Science Association, 2006. p.328-329.

FACCO, E.M.P. **Parâmetros de qualidade do charque relacionados ao efeito da suplementação de vitamina e na dieta de bovinos de raça Nelore em confinamento.** Campinas, 2002, 91p. Dissertação de mestrado: Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

FARAG, R. S.; BADEL, A. Z. M. A.; EL-BAROTY, G. S. A. Influence of thyme and clove essential oils on cottonseed oil oxidation. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 66, n. 6, p. 800-804, 1989.

FARIA, D. E. *et al.* Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. Ácidos orgânicos e probióticos. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 29-39, apr. 2009. ISSN 1809-6891. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/cab/article/view/6841/6997>>. Acesso em: 17 Jan. 2015.

FASCINA, V.B. *et al.* Phytogetic additives and organic acids in broiler chicken diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.10, p.2189-2197, 2012.

FREITAS, E.R. *et al.* Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.8, p.1025-1030, 2012.

FREITAS, E.R. *et al.* Effect of dietary ethanol extracts of mango (*Mangifera indica* L.) on lipid oxidation and the color of chicken meat during frozen storage. **Poultry Science**, 2015.

GARRIDO, M.N. *et al.* Acidified litter benefits the intestinal flora balance of broiler chickens. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, n. 9, p. 5208-5213, 2004.

JAMROZ, D.; KAMEL, C. Plant extracts enhance broiler performance. **Journal of Animal Science**, v.80, suppl. 1, p.41, 2002.

JANG, A. *et al.* Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. **Poultry Science**, v.87, p.2382-2389, 2008.

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

JONSÄLL, A.; JOHANSSON, L.; LUNDSTRÖM, K. Sensory quality and cooking loss of ham muscle (*M.biceps femoris*) from pigs reared indoors and outdoors. **Meat Science**, Barking, Inglaterra, v.57, p.245-250, 2001.

JUNQ, S. *et al.* Effect of dietary mixture of gallic acid linoleic acid on antioxidative potential and quality of breast meat from broilers. **Meat Science**, v.86, p. 520-526, 2010.

KONCA, Y. *et al.* Effects of dietary ascorbic acid supplementation on growth performance, carcass, bone quality and blood parameters in broilers during natural summer temperature. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advan**, v.4, p.139-147, 2009.



KUBO, I. *et al.* Antibacterial action of anacardic acids against methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), v.17; 51 (26), p 7624-7628, 2003.

KUBO, I. *et al.* Antitumor agents from the cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 41, p. 1012–1015, 1993a.

KUBO, I. *et al.* Structure-antibacterial activity relationships of anacardic acids. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 41, p. 1016-1019, 1993b.

LESSON, S. *et al.* Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 84, p. 1418-1422, 2005.

LÓPEZ, C.A.A. *et al.* Effects of cashew nut Shell liquid (CNSL) on the performance of broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.1027-1035, 2012.

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

LORENÇON, L. *et al.* Utilização de promotores de crescimento para frangos de corte em rações fareladas e peletizadas. **Acta Science Animal Science**, v. 29, n.2, p. 151-158, 2007.

MAZONI, A. *et al.* Effects of dietary natural antioxidante supplementation on broiler chicken and muscovy duck meat quality. **Animal Science papers and Reports**, v.32, n.4, p.359-368, 2014.

MEDEIROS, L. G. *et al.* Desempenho, característica de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte suplementados com selênio orgânico. **Ciências Agrária**, v.33, p.3361-3370, 2012.

MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; GARCIA, R.G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, v.27, n.317, p.138-144, 2003.

MURUGESAN, G.R. *et al.* Phytogetic feed additives as an alternative to antibiotic grow promoters in broiler chickens. **Veterinary Science**. v.2, p.21, 2015.

ODUNSI, A.A.; OYEWOLE, S.O. Response of broiler chicks to diets containing varying levels of cashew nut oil and palm oil. **Ghana Journal of Agricultural Science** 29, p. 59-63, 1996.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam as características das matérias-primas e suas implicações tecnológicas. Em: **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**, Varela. São Paulo. p. 17-25, 2006.

ORDONEZ, J.A.P. Tecnologia de alimentos. São Paulo: Artmed, v.1, 2005. 294p.

PATTEN, J. D; WALDROUP, P. W. Use of organic acids in broiler diets. **Poultry Science**, v. 67, p. 1178-1182, 1988.

PELICANO, E.R.L. *et al.* Carcass and cut yield and meat qualitative traits of broilers fed diets containing probiotics and prebiotics. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 169-175, 2005.

ROSTAGNO, H.S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3<sup>ed</sup>. Viçosa: UFV/DZO, 2011. 186p.

SANTOS, I.I.; POLI, A.; PADILHA, M.T.S. Desempenho zootécnico e rendimento de carcaça de frangos suplementados com diferentes probióticos e antimicrobianos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 29-33, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p

SHIRZADEGAN, K.; FALAHPOUR, P. The physicochemical properties and antioxidative potential of raw thigh meat from broilers fed a dietary medicinal herb extract mixture. **Open Veterinary Journal**, v.4, n.2, p.69-77, 2014.

SKINNER, J. T.; IZAT, A. T.; WALDROUP, P. W. Research note: fumaric acid enhances performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 70, p. 1444-1447, 1991.

SOUZA, P. A. *et al.* Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinária**, v.101, p.87-94, 2006.

TOYOMIZU, M. *et al.* Inhibitory effect of dietary anacardic acid supplementation on cecal lesion formation following chicken coccidial infection. **Animal Science. Journal**, v. 74, n. 2, p. 105-109, 2003a.

TOYOMIZU, M. *et al.* Reducing effect of dietary anacardic acid on body fatpads in rats. **Animal Science Journal**. v.74, p. 499-504, 2003b.

TOYOMIZU, M. *et al.* Uncoupling effect of anacardic acids from cashew nut shell oil on oxidative phosphorylation of rat liver mitochondria. **Life science**, v.66, n.3, p. 229-234, 2000.

TREVISAN, M.T.S.B. *et al.* Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p. 188–197, 2006.

VALE, M.M. *et al.* Mixture of formic and propionic acid as additives in broiler feeds. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n.4, p. 371-375, 2004.

VENTURINI, K. S.; SARCIELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características da Carne de Frango. **Boletim Técnico** - PIE-UFES:01307 - Editado: 18.08.2007.

VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânico em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1097-1104, 2007.

WARRISS, P. D. **Ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia, 2003. 309 p.

WATTANACHANT, S. *et al.* Composition, color, and texture of thai indigenous and broiler chicken muscles. **Poultry Science**, v. 83, n. 1, p. 123-128, 2004.

### CAPÍTULO III

---

Parâmetros sanguíneos e atividade enzimática e oxidativa no fígado de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio

## **Parâmetros sanguíneos e atividade enzimática e oxidativa no fígado de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio**

**RESUMO** – Com essa pesquisa objetivou-se avaliar a inclusão de anacardato de cálcio (ACC) como fonte de ácido anacárdico na dieta de frangos de corte sobre os parâmetros sanguíneos, atividade enzimática e oxidativa do fígado. Foram alojados 840 pintos machos de um dia de idade em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 7 repetições de 20 aves, totalizando 140 aves por tratamento. Os tratamentos aplicados foram: ração sem adição de promotor de crescimento (PC), ração com PC e, os demais, rações sem PC e adição de ACC nos níveis de 0,25, 0,50, 0,75 e 1%. As variáveis bioquímicas do sangue analisadas foram: ácido úrico, colesterol total, HDL, LDL, creatinina, AST, ALT, triglicérides, número total de hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular, proteína plasmática total, leucócitos totais, heterófilos, linfócitos, plaquetas e a relação heterófilos/linfócitos. Para os parâmetros enzimáticos e oxidativos do fígado das aves foram analisados: concentração da superóxido desmutase, glutathione peroxidase e malondialdeído. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos nos parâmetros sanguíneos e na atividade enzimática e oxidativa do fígado dos frangos, indicando que o uso do anacardato de cálcio, como fonte de ácido anacárdico, não é tóxico e não afeta esses parâmetros.

**Palavras-chave:** aditivos, ácido anacárdico, hemograma, leucograma

## **Blood parameters and oxidative enzyme activity in broilers' liver that feed calcium anacardate**

**ABSTRACT** – This research aims to evaluate the inclusion of calcium anacardate (CAC) as a source of Anacardic acid in the diet of broiler about the blood parameters, enzyme activity and oxidative in the liver. They were housed 840 male chicks from one day old in a completely randomized design with 6 treatments and 7 replications of 20 birds totaling 140 birds per treatment. The treatments were: feed without added growth promoter (PC), feed with PC, the others without PC and adding CAC levels of 0.25, 0.50, 0.75 and 1%. The Biochemical blood variables were: uric acid, total cholesterol, HDL, LDL, creatinine, AST, ALT, triglycerides, total number of red blood cells, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, corpuscular hemoglobin concentration, total plasma protein, total leukocyte , heterophile, lymphocytes, platelets and heterotrophic / lymphocyte ratio For the enzymatic and oxidative parameters of the liver of the birds were analyzed: the concentration of superoxide desmultase, glutathione peroxidase and malondialdehyde. There were no significant differences between the treatments on blood parameters and enzymatic and oxidative activity in the livers of chickens, indicating that the use of calcium anacardate as a source of anacardic acid isn't toxic and doesn't affect those parameters.

**Keywords:** additives, Anacardic acid, CBC, WBC

## INTRODUÇÃO

O uso constante de antibióticos em doses subclínicas em rações para animais tem sido motivo de preocupação e em decorrência disso vários países baniram a utilização de antibióticos como melhoradores de desempenho na alimentação de animais (Brenes e Roura, 2010; Koiyama et al., 2014). Contudo, a busca por aditivos naturais alternativos ao antibiótico vem sendo intensificada, e os produtos extraídos das plantas apresentam um grande potencial de uso para esse fim.

Os aditivos fitogênicos agem controlando potenciais agentes patogênicos e beneficiando a modulação da microbiota intestinal. Além da ação antimicrobiana, vários extratos de plantas são conhecidos por terem ação antiviral, anticoccidiana, fungicida, somando-se a essas as propriedades antioxidantes (Murugesan et al., 2015). Dessa forma, alguns estudos têm demonstrado benefícios da atividade antioxidante dos extratos vegetais, reduzindo os efeitos negativos dos danos oxidativos em aves submetidas ao estresse por calor, melhorando o desempenho, qualidade da carne, resposta imune e qualidade óssea (Hosseini-Vashan et al., 2012; Tawfeek et al., 2014).

O ácido anacárdico é um composto fenólico, encontrado nas diferentes partes do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) e, em maior proporção no líquido da castanha do caju e suas ações biológicas vêm sendo estudadas, visto que entre as suas ações foram relatadas ações antimicrobiana, antitumoral e antioxidante (Masuoka e Kubo, 2004; Ha e Kubo, 2005; Trevisan et al., 2006; Morais et al., 2010; Hamad e Mubofu, 2015). Entretanto, a ação antioxidante do ácido anacárdico tem sido associada, entre outros modos de ação, à inibição de enzimas como a xantina oxidase (Trevisan et al., 2006) e, dessa forma, o ácido anacárdico poderia contribuir para reduzir a síntese de ácido úrico. Entretanto, o que seria uma importante ação para saúde humana poderia prejudicar às aves, uma vez, que estas têm na ação dessa enzima a mais importante via de excreção do excesso de nitrogênio metabólico, que se dá principalmente na forma de ácido úrico. Além disso, (Trevisan et al., 2006; Achanath et al., 2010), relataram a possibilidade de que se consumido em excesso poderia acarretar problemas de toxicidade

As avaliações de parâmetros sanguíneos, atividade enzimática e o estado oxidativo de alguns órgãos permitem uma estimativa mais precisa do estado sanitário e nutricional das aves, colaborando para a elucidação dos efeitos dos aditivos no



organismo. Através dessas análises é possível verificar a possibilidade de comprometimento de funções renais e hepáticas, efeito sobre as atividades do sistema imune, toxicidade, além de avaliar a capacidade do antioxidante de inibir enzimas oxidativas. Assim, diversos trabalhos na literatura (Yalcir et al., 1997; Abdel-Fattah et al., 2008; Soltan, 2008; Wang et al., 2009; Kaya e Turcer, 2009; Nourmohammadi et al., 2010 e Özek et al., 2011) apontam o uso de ácidos orgânicos na ração de aves e seus efeitos sobre os parâmetros sanguíneos e atividade enzimática e oxidativa do fígado, contudo alguns resultados diferem entre si devido a possíveis fatores como idade das aves, espécie, condições ambientais, nutrição, manejo e desafio.

Diante do exposto, este trabalho foi conduzido com o objetivo avaliar os efeitos da inclusão do anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico na ração de frangos de corte sobre os parâmetros sanguíneos e a atividade enzimática e o estado oxidativo do fígado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para condução do experimento foram adquiridos 840 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Ross 308, vacinados no incubatório para as doenças de Marek e Gumboro. O experimento foi conduzido num galpão de alvenaria com dimensões de 15 m x 10 m, coberto por telhas de barro, piso cimentado, pé direito com 3,5 m e orientado longitudinalmente no sentido leste-oeste, contendo 48 boxes de 1,5 m x 1,0 m. O piso dos boxes foi coberto com cama reutilizada para aumentar o desafio imposto aos animais.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e sete repetições de 20 aves cada, totalizando 140 aves por tratamento. Os tratamentos aplicados foram: ração sem adição de promotor de crescimento (PC), ração com PC e, os demais, rações sem PC e adição de ACC nos níveis de 0,25, 0,50, 0,75 e 1%.

O programa de alimentação foi dividido em três fases, inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (35 a 42 dias). As rações experimentais foram formuladas para serem isonutrientes e isoenergéticas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pelo manual da linhagem (Tabelas 1, 2 e 3). Para o cálculo

das mesmas foram consideradas as composições químicas dos ingredientes apresentadas por Rostagno et al. (2011).

O ácido anacárdico foi adicionado nas rações na forma de anacardato de cálcio, produto intermediário do processo de obtenção do ácido puro, a partir do líquido da castanha de caju (LCC). O LCC é o líquido obtido a partir da castanha de caju sobre o aquecimento a 120°C por um período mínimo de uma hora e armazenado. A extração do anacardato de cálcio deu-se em um Becker de 4L com adição de 550 mL de LCC, 150 mL de água destilada e 2850 mL de etanol, que depois de misturados foram levados a um agitador por 4h, aquecido a 50°C, sob monitoramento constante da temperatura. Ao longo do procedimento foram incorporados à mistura 250 g de hidróxido de cálcio. Após 4h de agitação e aquecimento, foi deixado descansar por 1h, favorecendo a retirada do sobrenadante. Em seguida, foi adicionado mais 800 mL de etanol e novamente foi misturado no agitador sobre aquecimento por mais 1h. Concluída essa etapa, o anacardato de cálcio extraído foi levado à estufa para secagem por 72h e depois triturado (Trevisan et al., 2006).

Durante o período experimental, os dados de temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar foram coletados no início da manhã e no final da tarde por intermédio de termômetros de máxima e mínima e psicrômetro respectivamente. As médias de temperatura ambiente mínima e máxima no galpão durante o experimento foram 26,0 e 28,9°C respectivamente e de umidade relativa do ar foi de 69%.

As amostras do sangue de duas aves sacrificadas aos 35 dias de idade foram coletadas no momento da sangria das aves e armazenados em tubos não heparinizados. As amostras de sangue foram centrifugadas a 3000 rpm durante 15 min em temperatura ambiente. O soro resultante (sobrenadante) foi armazenado em tubos de eppendorf de 1,5 mL para posterior análise dos parâmetros sanguíneos. O restante do soro sanguíneo foi utilizado para as análises bioquímicas.

As análises bioquímicas do sangue foram realizadas pelo método de automação (Metrolab 2300 plus) com kits cinéticos da Weiner, conforme instrução do fabricante. Cada analito testado foi processado individualmente por espectrofotometria com regulação de temperatura das cubetas de incubação. Os resultados foram impressos pelo próprio aparelho logo após a conclusão das determinações. Foram dosados os seguintes analitos: ácido úrico (Ác. úrico), creatinina (Cr), alanina aminotransferase (ALT),

aspartato aminotransferase (AST), colesterol total (Col. Total), HDL, LDL e triglicérides (TAG).

**Tabela 9** – Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1\
Milho	55,83	55,83	55,83	55,83	55,83	55,83
Farelo de soja	36,05	36,05	36,05	36,05	36,05	36,05
Óleo de soja	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Fosf. bicálcico	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Calcário	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Inerte	1,00	0,91	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L-lisina HCl	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Nicarbazina	-	0,004	-	-	-	-
Manteban	-	0,040	-	-	-	-
BMD11% <sup>2</sup>	-	0,046	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição energética e nutricional calculada</b>						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	21,16	21,16	21,16	21,16	21,16	21,16
Materia seca (%)	88,80	88,80	88,80	88,80	88,80	88,80
FDN (%)	11,63	11,63	11,63	11,63	11,63	11,63
FDA (%)	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Cálcio (%)	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Fósf. disponível (%)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina total (%)	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Metionina total (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Met. + cistina total(%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Treonina total (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Triptofano total (%)	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g; <sup>2</sup>Bacitracina de Metileno Dissilicato 11%

**Tabela 10** - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1
Milho	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90
Farelo de soja	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93
Óleo de soja	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Fosf. bicálcico	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Calcário	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Inerte	1,00	0,90	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
L-lisina HCl	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Salinomicina	-	0,05	-	-	-	-
BMD11% <sup>2</sup>	-	0,05	-	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional calculada						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	19,15	19,15	19,15	19,15	19,15	19,15
Materia seca (%)	88,75	88,75	88,75	88,75	88,75	88,75
FDN (%)	11,53	11,53	11,53	11,53	11,53	11,53
FDA (%)	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósf. disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina total (%)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Metionina total (%)	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Met. + cistina total(%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Treonina total (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Triptofano total (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g; <sup>2</sup>Bacitracina de Metileno Dissilicato 11%

**Tabela 11** - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 35 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1
Milho	62,75	62,75	62,75	62,75	62,75	62,75
Farelo de soja	28,03	28,03	28,03	28,03	28,03	28,03
Óleo de soja	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Fosf. bicálcico	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Calcário	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Inerte	1,00	1,00	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-lisina HCl	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional calculada						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Proteína bruta (%)	18,32	18,32	18,32	18,32	18,32	18,32
Materia seca (%)	88,55	88,55	88,55	88,55	88,55	88,55
FDN (%)	11,26	11,26	11,26	11,26	11,26	11,26
FDA (%)	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51
Cálcio (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Fósf. disponível (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Lisina total (%)	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Metionina total (%)	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Met. + cistina total(%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Treonina total (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Triptofano total (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g.

As atividades enzimáticas determinadas nos fígados das aves, aos 35 dias de idade, foram a dosagem de superóxido dismutase (SOD) e de grupos sulfidrílicos não-protéicos (NP-SH).

A atividade da superóxido dismutase (SOD) foi determinada segundo Beauchamp e Fridovich (1971). O tecido foi homogeneizado em tampão fosfato de potássio 50 mM e pH 7,8 para obtenção de um homogenato a 10% e, em seguida, centrifugado a 3600 rpm por 10 minutos a 4°C. O sobrenadante foi retirado e centrifugado novamente a 12000 rpm por 20 minutos a 4°C. Em câmara escura, em 10 µL do sobrenadante foram adicionados 1mL do meio de reação (tampão fosfato de potássio 50 mM, EDTA 100 nM e L-metionina 13 mM, pH 7,8), 150 µL do NBT 750 µM e 300 µL de riboflavina 2 µM. Os tubos contendo a solução obtida foram expostos a lâmpada fluorescente (15W) por 15 minutos. A absorbância foi medida a 560 nm. Os resultados foram expressos em unidades da enzima, que é a quantidade de SOD necessária para inibir a taxa de redução do NBT em 50%.

A concentração de glutatona (GSH) nos fígados foi avaliada utilizando o ensaio para determinação de grupos sulfidrílicos não protéicos - NP-SH (Sedlak e Lindsay, 1968). O tecido foi homogeneizado em solução gelada de EDTA (0,02M), para preparação do homogenato a 10%. Em seguida, a uma alíquota de 0,5 mL do homogenato foram adicionados 0,4 mL de água destilada e 0,1 mL de ácido tricloroacético 50% para precipitação das proteínas. Após essa etapa, o material foi centrifugadas a 3000 rpm por 15 min à temperatura de 4°C. Em seguida, novas alíquotas de 0,5mL do sobrenadante foram misturados em 1 mL de tampão Tris com concentração de 0,4 M, pH 8,9 e 25 µL de Ditiobisnitrobenzoato (DTNB) 0,01 M. A absorbância foi medida dentro de 5 min a 412 nm contra um reagente branco (sem o homogenato). A concentração de NP-SH foi calculada através de uma curva padrão de glutatona reduzida (GSH) e os resultados expressos em µg de NP-SH/g de tecido.

A peroxidação lipídica foi determinada por estimativa do malondialdeído (MDA) usando o teste do ácido tiobarbitúrico (Agar *et al.*, 1999). O tecido e o soro sanguíneo foram homogeneizados em tampão KCl 10% (pH 7,4) para preparação do homogenato a 10%. Em seguida, 250 µL do homogenato foram incubados em banho maria a 37 °C por 60 min. Após a incubação foram adicionados 400 µL de ácido perclórico 35% e as amostras foram centrifugadas a 14000 rpm por 10 min. A 600 µL do sobrenadante

foram adicionados 200 µL de ácido tiobarbitúrico 1,2%. A mistura foi levada a banho maria a 95-100°C por 30 min. Em seguida, a solução foi retirada e colocada à temperatura ambiente. A leitura da absorbância foi realizada a 532 nm. A curva padrão foi obtida usando 1,1,3,3-tetrametoxipropano. Os resultados foram expressos como nanomoles de MDA por grama de tecido (nmol/g tecido).

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o “Statistical Analyses System” (SAS, 2009). Os dados das variáveis bioquímicas e hematológicas foram analisados pelo procedimento ANOVA do SAS (2009) segundo um modelo inteiramente casualizado. Para determinar o melhor nível de inclusão do ácido anacárdico nas rações, os dados dos tratamentos que contém 0,25%; 0,50%; 0,75% e 1% de ACC foram submetidos análise de regressão. Também foi realizada a comparação de médias entre todos os tratamentos pelo teste SNK (5%).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para os valores de ácido úrico, colesterol total, HDL, LDL, creatinina, AST, ALT e triglicerídeos (Tabela 4) não houve efeito significativo dos tratamentos sobre nenhuma variável analisada.

Normalmente, os constituintes bioquímicos séricos refletem as condições de saúde, nutrição, clima e manejo, as quais os animais foram submetidos (Minafra et al., 2010). Dessa forma, a dosagem de parâmetros bioquímicos sanguíneos pode ser utilizada como um indicativo ao desempenho produtivo das aves e de doenças metabólicas (Rotava et al., 2008). Como os níveis sanguíneos de ácido úrico e creatinina das aves não foram influenciados pelos níveis de ACC na ração, pode-se afirmar que não houve um comprometimento das funções renais, conforme Konan et al. (2007). Também não foi verificado prejuízo das funções hepáticas, visto não terem ocorrido alterações na atividade das enzimas aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT). Baseados nesses resultados pode-se inferir que o ACC nos níveis utilizados na ração não foi tóxico para os frangos.

**Tabela 4.** – Parâmetros bioquímicos de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio na ração, aos 35 dias de idade.

Tratamentos	Variáveis							
	Ác.úrico mg/dL	Col T mg/dL	HDL mg/dL	LDL mg/dL	Creatin mg/dL	AST U/L	ALT U/L	Trig mg/dL
Sem aditivos	4,90	191,17	37,333	153,83	0,2433	233,00	13,333	192,83
Com aditivos	4,85	181,83	38,667	143,17	0,2217	211,00	14,000	168,50
0,25% ACC	4,98	198,83	38,667	160,17	0,2117	206,00	15,500	163,83
0,50% ACC	5,00	197,00	39,000	158,00	0,2500	223,17	12,333	181,17
0,75% ACC	5,12	194,67	40,833	147,17	0,2500	201,00	14,667	171,33
1% ACC	4,90	186,33	39,000	147,33	0,2400	229,83	13,667	166,33
ANOVA	<i>p</i> -valor							
Tratamentos	0,9895	0,6861	0,8306	0,7485	0,4842	0,6494	0,6195	0,1927
Regressão	<i>p</i> -valor							
Linear	0,9205	0,2952	0,6759	0,2512	0,3028	0,5954	0,4786	0,9563
Quadrática	0,7024	0,7951	0,4817	0,9042	0,1858	0,4224	0,7124	0,2446
CV(%)	14,35	10,63	10,91	14,93	17,20	18,17	22,83	12,28

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Col. T- Colesterol total; AST-aspartato aminotransferase; ALT-alanina aminotransferase; Trig-Triglicerídeos

Considerando que a atividade antioxidante do ácido anacárdico em grande parte vem da sua capacidade de inibir várias enzimas oxidativas, como a xantina oxidase que é uma enzima responsável pela conversão da xantina e hipoxantina em ácido úrico (Masuoka e Kubo, 2004; Trevisan et al., 2006), com o aumento da inclusão do ACC nas rações poderia ocorrer redução dos níveis sanguíneos de ácido úrico confirmando a inibição da xantina oxidase. Por outro lado, a inibição dessa enzima poderia ser um problema para as aves, cuja principal forma de excreção do nitrogênio se dá na forma de ácido úrico. Vale ressaltar que os efeitos inibidores sobre essa enzima têm sido relatados para ratos e que ainda não está claro como o ácido anacárdico ou seus metabólitos podem regular esta atividade enzimática celular, sendo necessários mais estudos para compreender a ação do ácido anacárdico sobre essa enzima (Kubo et al., 2006).

Os resultados obtidos na presente pesquisa estão de acordo com os relatados por Nourmohammadi et al. (2010) que avaliando os efeitos do ácido cítrico na dieta de frangos de corte até o nível de 6% de inclusão não observaram efeito significativo desse ácido sobre os valores de ácido úrico e triglicerídeos. Özek et al. (2011) avaliando a inclusão de ácido orgânico, óleo essencial e uma mistura de óleo essencial com ácido orgânico na ração de poedeiras, não observaram efeitos significativo dos tratamentos sobre as variáveis bioquímicas do sangue (colesterol total e triglicerídeos). Segundo Kaya e Tuncer (2009), uma mistura de ácido orgânico com óleos essenciais na ração de



frangos de corte, não afetou os níveis de colesterol total e de triglicerídeos. Os valores relatados por esses autores foram próximos aos achados nessa pesquisa.

Diferente dos efeitos observados na presente pesquisa, os resultados obtidos por Abdel-Fattah et al. (2008) demonstraram que a adição de ácido cítrico na ração aumenta a concentração de proteínas totais e diminui o colesterol total e os triglicerídeos. Para Al-Saad et al. (2014) o uso de prebiótico, probiótico e ácido orgânico como promotores de crescimento diminuíram os valores de colesterol total e triglicerídeos do sangue de frangos de corte. Já para Nourmohammadi, et al. (2010) o uso de ácido cítrico aumenta o colesterol total do sangue de frangos e para Yalcin et al. (1997) o uso de 5 % de ácido láctico na ração aumentou o nível de colesterol total do sangue de codornas.

Al-Saad et al. (2014) estudando a influencia dos ácidos orgânicos (ácido sórbico, propiônico, benzoico e fosfórico) como promotor de crescimento para frangos de corte, não encontraram efeitos significativos desses ácidos sobre as variáveis HDL e LDL quando adicionou 1000 g por tonelada de ração. Nourmohammadi et al. (2010) não observou efeito significativo sobre a atividade enzimática de AST e ALT. Os resultados dos autores citados acima são semelhantes à presente pesquisa. Já Biavatti et al. (2003) relataram um aumento nos valores de AST nos tratamentos com óleo de linhaça em relação ao controle, resultado diferente ao de nosso trabalho, mas não foi relatado efeito no ALT. Esses autores atribuíram uma toxicidade hepática do óleo de linhaça como aditivo alternativo para frangos de corte.

Os valores de hemácias, hemoglobina, hematócrito, concentração de hemoglobina corpuscular média, volume corpuscular médio e proteínas totais (Tabela 5) não diferiram significativamente em função dos tratamentos aplicados.

Os resultados encontrados nessa pesquisa para o número de hemácias corroboram com os apresentados por Al-Saad et al. (2014), que utilizando uma mistura de ácidos sórbico, propiônico, benzoico e fosfórico na ração de frangos de corte, não observaram efeitos significativos sobre o número de hemácias, hemoglobinas e hematócrito quando comparado com a ração sem aditivos.

Lesões hepáticas podem levar a diminuição da concentração de proteínas totais do plasma, pois o fígado é o órgão que sintetiza as proteínas, principalmente a albumina. Assim, a redução dessas proteínas com o uso de um alimento ou de um aditivo pode ser associada aos efeitos tóxicos desses (Schmidt et. al 2007). Nesse

sentido a adição de anacardato de cálcio não promoveu danos hepáticos uma vez que não alterou a quantidade de proteínas totais no plasma dos frangos, corroborando os resultados para a dosagem de AST e ALT.

**Tabela 5** – Eritograma de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio na ração, aos 35 dias de idade.

Tratamentos	Variáveis					
	He (10 <sup>6</sup> µl)	Hb (g/dL)	Ht (%)	VCM (fL)	CHCM (%)	PPT (g/dL)
Sem aditivos	2,48	9,97	30,333	156,78	31,64	7,07
Com aditivos	2,56	9,60	30,333	154,92	32,66	7,13
0,25% ACC	2,33	9,77	30,667	156,11	31,55	7,10
0,50% ACC	2,40	9,50	30,500	151,04	32,19	7,42
0,75% ACC	2,39	9,93	32,167	157,65	31,88	7,27
1% ACC	2,45	10,02	33,500	152,75	31,76	7,40
ANOVA	<i>p</i> -valor					
Tratamentos	0,8270	0,8743	0,4570	0,9837	0,9753	0,8730
Regressão	<i>p</i> -valor					
Linear	0,5376	0,4302	0,0796	0,9167	0,9504	0,5642
Quadrática	1,0000	0,6067	0,5566	0,9910	0,7397	0,8994
CV(%)	12,20	8,86	10,42	11,00	7,93	8,70

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).

He- número total de hemácias; Hb-hemoglobina; Ht-hematócrito; VCM-volume corpuscular médio; CHCM-concentração de hemoglobina corpuscular média; PPT-proteínas plasmáticas totais.

Esses resultados corroboram com os obtidos Kaya e Tuncer (2009) que relataram que a mistura de ácido orgânico com óleos essenciais na ração não afeta os níveis de proteínas totais de frangos de corte. Porém, a adição de ácido fenil-láctico (Wang et al., 2009) e de ácido fumárico mais sal orgânico (Soltan, 2008) na dieta de aves, resultou em aumento na concentração de proteínas totais do sangue. Por outro lado, Yalcin et al. (1997) constatou que o uso de 5% de ácido láctico na ração aumentou o nível sérico de proteínas totais do sangue de codornas quando comparado com a ração sem ácido orgânico.

Para Wang et al. (2009), a concentração de glóbulos brancos foi aumentada com 0,1% de suplementação de ácido fenil-láctico, já para concentração dos glóbulos vermelhos essa concentração aumentou com a suplementação de 0,1; 0,2 e 0,3% desse ácido. Esses autores sugerem que pode ser usado até o nível de 0,3% desse ácido na ração das aves para estimular o sistema imunitário, já que, é bem conhecido que os microrganismos intestinais são necessários para o desenvolvimento do sistema imunitário do intestino.

Os valores de VCM e CHCM encontrados nessa pesquisa estão de acordo com os parâmetros normais considerados por Tessari et al. (2006) e Borsa et al. (2009) que relataram que a ausência de alterações nesses parâmetros pode estar relacionada à boa nutrição e a falta de desafios encontrada em locais onde são conduzidos os experimentos.

Não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre as variáveis: leucócitos totais, heterófilos, linfócitos, plaquetas e a relação heterófilos/linfócitos (Tabela 6).

Segundo Wang et al. (2009) o uso de ácido orgânico (fenil-láctico) aumentou significativamente a concentração de leucócitos e linfócitos melhorando parcialmente as características do sangue à curto prazo. Esses resultados diferem dos encontrados na presente pesquisa.

A relação de heterófilos/linfócitos não foi alterada em função da adição de anacardato de cálcio. Os valores médios encontrados para essa relação indicam que as aves sofreram um estresse moderado. Estes resultados estão de acordo com Gross e Siegel (1993) que classificam o valor da relação heterófilos/linfócitos 0,2 como indicativo de estresse leve, 0,5 de estresse moderado e 0,8 estresse alto.

**Tabela 6** – Leucograma de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio na ração, aos 35 dias de idade.

Tratamentos	Variáveis				
	Leuc. T (10 <sup>6</sup> / µl)	Heterófitos (%)	Linfócitos (%)	Plaquetas (10 <sup>3</sup> / µl)	H/L
Sem aditivos	14,000	22,333	56,000	40,000	0,453
Com aditivos	14,150	24,000	57,500	41,167	0,375
0,25% ACC	15,117	23,500	53,833	40,333	0,427
0,50% ACC	14,667	24,667	55,333	42,333	0,430
0,75% ACC	15,033	24,500	55,333	42,833	0,443
1% ACC	14,833	24,000	53,333	44,000	0,452
ANOVA			<i>p</i> -valor		
Tratamentos	0,8871	0,6405	0,8743	0,9559	0,6277
Regressão			<i>p</i> -valor		
Linear	0,8971	0,7387	0,8905	0,4353	0,4120
Quadrática	0,8839	0,3570	0,4802	0,9010	0,9186
CV(%)	13,36	10,49	11,18	19,84	19,80

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Leuc. T-leucócitos totais; H/L- relação heterofilos e linfócitos

As diferenças em alguns parâmetros bioquímicos e hematológicos encontrados nessa pesquisa em relação a outros autores podem ser atribuídas a fatores, como: a espécie, o manejo, a nutrição e o nível de estresse passado pelos animais em estudo.

Para os parâmetros enzimáticos e oxidativos do fígado dos frangos alimentados com anacardato de cálcio na ração, não foram observados efeitos significativo dos tratamentos sobre essas variáveis (Tabela 7). Estes resultados demonstram que o uso de anacardato de cálcio nas rações não exerceu influência sobre os parâmetros enzimáticos e oxidativos do fígado dos frangos.

**Tabela 7** – Parâmetros enzimáticos e oxidativos do fígado de frangos de corte alimentados com anacardato de cálcio na ração, aos 35 dias de idade.

Tratamentos	Variáveis		
	SOD(U/L)	GSH (U/L)	MDA ( $\mu$ M)
Sem aditivos	0,1666	142,85	13,88
Com aditivos	0,1697	136,75	14,22
0,25% ACC	0,1796	137,28	14,05
0,50% ACC	0,1766	136,02	14,59
0,75% ACC	0,1698	140,74	14,29
1% ACC	0,1622	141,43	14,69
ANOVA		<i>p</i> -valor	
Tratamentos	0,8194	0,8774	0,9207
Regressão		<i>p</i> -valor	
Linear	0,2173	0,2606	0,3923
Quadrática	0,8195	0,9288	0,6721
CV(%)	13,11	8,56	10,65

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).  
SOD(Superóxido dismutase); GSH(glutaciona peroxidase); MDA(malondialdeído)

A SOD e a GSH não apresentaram diferença significativa em suas atividades com o aumento dos níveis de anacardato de cálcio na ração. Resultados diferentes foram observados por Hosseini-Vanshan et al. (2012) que relataram um aumento na atividade da SOD e GSH de frangos alimentados com açafreão em pó na ração. Estes autores concluíram que, como a SOD é a primeira enzima que contribui no sistema de defesa antioxidante do organismo, assim, a concentração elevada dessa enzima pode melhorar o equilíbrio do sistema antioxidante da carne de frangos contribuindo para a elevação do tempo de prateleira da carne. Para Tawfeek et al. (2014), o aumento da atividade da enzima GSH com o uso de antioxidantes (Vit.E+C, Zn+Se e Cr) reduz o impacto negativo do estresse por calor. Os mesmos autores relatam ainda que a suplementação das dietas com antioxidantes, principalmente vitaminas e cromo é essencial para superar

os efeitos deletérios de condições de estresse térmico sobre o estado oxidativo e desempenho de frangos de corte.

O nível de MDA é uma variável importante na avaliação de estresse oxidativo, assim, como nessa pesquisa não houve diferença significativa entre os tratamentos para essa variável, podemos inferir que não ocorreram condições para que houvesse o aumento da oxidação lipídica no fígado das aves, visto que o grupo controle não apresentou aumento do MDA hepático e também, que o anacardato de cálcio não afeta negativamente essa variável em doses de até 1%. O benefício da adição de antioxidante sobre a oxidação hepática em frangos foi relatada por Hosseini-Vanshan et al. (2012), que obtiveram diminuição do MDA com o aumento dos níveis de açafião em pó (0,4 e 0,8%). Segundo os pesquisadores, em condições de estresse térmico, o açafião em pó reduziu as reações oxidativas no corpo dos frangos, bem como as taxas de produção de MDA, melhorando a qualidade da carne através da redução de radicais livres.

A ausência de resultados significativos da adição de anacardato de cálcio na alimentação de frangos de corte pode ser vista como um indicativo de que esse produto não promove efeitos tóxicos ou antinutricionais que afetem os parâmetros sanguíneos, enzimáticos e oxidativos das aves.

## CONCLUSÕES

Pode ser adicionado na ração de frangos de corte até o nível de 1% o anacardato de cálcio sem que ocorram alterações nos parâmetros sanguíneos, enzimáticos e oxidativos do fígado das aves.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-FATTAH, S.A. *et al.* Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. **International Journal Poultry Science**, v.7, p.215-222. 2008.

ACHANATH, R. *et al.* Antimicrobial derivatives of anacardic acid and process for preparing the same. 2010. <http://www.freepatentsonline.com/y2010/0016630.html>, Acesso 17/01/2015.

AGAR, E. *et al.* The effect of ethanol on lipid peroxidation and glutathione level in the brain stem of rat. **Neuroreport**, v. 10, p. 1799-1801, 1999.

AL-SAAD, S. *et al.* Effects of some Growth Promoters on Blood Hematology and Serum Composition of Broiler Chickens. **International Journal of Agricultural Research**, v.9, p.265-270. 2014.

BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide Dismutase: Improved Assay Applicable to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, v.44, p.276-287. 1971.

BIAVATTI, M. W. *et al.* Preliminary studies of alternative feed additives for broilers: *Alternanthera brasiliana* extract, propolis extract and linseed oil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p.141-147. 2003.

BORSA, A. *et al.* Valores hematológicos em frangos de corte de criação industrial. *Colloquium Agrariae*, v.5, p.25-31. 2009.

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.1-4, 2010.

GROSS, W. B.; SIEGEL, P.B. General principles of stress and welfare. Pages 21–34 in *Livestock, Handling and Transport*. T. Grandin, ed. CAB International, Wallingford, UK, 1993.

HA, T.J.; KUBO, I. Lipoxygenase inhibitory activity of anacardic acids. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.53, p.4350-4354. 2005.

HAMAD, F.B.; MUBOFU, E.B. Potential Biological Applications of Bio-Based Anacardic Acids and Their Derivatives. **International Journal of Molecular Sciences**, v.16, p.8569-8590; 2015.

HOSSEINI-VANSHA, S.J. *et al.* Antioxidant status, immune system, blood metabolites and carcass characteristic of broiler chickens fed turmeric rhizome powder under heat stress. **African Journal of Biotechnology**, v.11, p.16118-16125. 2012.

KAYA, C. A.; TUNCER, S. D. The effects of an organic acid and etheric oils mixture on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broilers. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.8, p.94-98. 2009.

KONAN, N. A. Acute, subacute toxicity and genotoxic effect of hydroethanolic extract of the cashew (*Anacardium occidentale* L.) *J. Ethnopharmacol*, v.110, p.30 – 38. 2007.

KOYAMA, T. *et al.* Nutritional control of body size through Foxo-ultraspiracle mediated ecdysone biosynthesis.

KUBO, I. *et al.* Antioxidant activity of anacardic acids. **Food Chemistry**, v.99, p.555-562. 2006.

MASUOKA, N.; KUBO, I. Characterization of xanthine oxidase inhibition by anacardic acids. **Biochim Biophys Acta**, P.245–249. 2004.

MINAFRA; C.S. *et al.* Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 12, p. 2991-2996, 2010.

MORAIS, T.C. *et al.* Protective effect of Anacardic Acids from Cashew(*Anacardium occidentale*) on ethanol-induced gastric damage in mice. **Chemico-Biological Interactions**, v.9, p.183-264. 2010.

MURUGESAN, G.R. *et al.* Phytogetic feed additives as an alternative to antibiotic grow promoters in broiler chickens. **Veterinary Science**. v.2, p.21, 2015.

NOURMOHAMMADI, R. *et al.* Effect of dietary acidification on some blood parameters and weekly performance of broiler chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.9, p. 3092-3097. 2010.

ÖZEK, K. *et al.* Effects of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying hens in a hot summer season. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.20, p.575–586. 2011.

ROSTAGNO, H.S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3<sup>ed</sup>. Viçosa: UFV/DZO, 2011. 186p.

ROTAVA, *et al.* Bioquímica sanguínea de frangos de corte alimentados com subprodutos da uva. **Agrarian**, v.1, n.1, p.91-104. 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.

SCHMIDT, E.M.S. *et al.* Patologia clínica em aves de produção - uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola - revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.3, p.9-20, 2007.

SEDLAK, J.; LINDSAY, R.H. Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with ellman's reagent. **Analytical Biochemistry**, v.25, p.192-205.1968.



SOLTAN, M. A. Effect of Dietary Organic Acid Supplementation on Egg Production, Egg Quality and Some Blood Serum Parameters in Laying Hens. *International Journal of Poultry Science*, v. 7, p. 613-621. 2008.

TAWFEEK, S.S. *et al.* The Effect of Dietary Supplementation of Some Antioxidants on Performance, Oxidative Stress, and Blood Parameters in Broilers under Natural Summer Conditions. *Journal World's Poultry Research*, v.4, p.10-19. 2014.

TESSARI, E.N. *et al.* Parâmetros hematológicos de frangos de corte alimentados com ração contendo aflatoxina B1 e fumonisina B1. *Ciência Rural*, v.36, n.3, p.924-929, 2006.

TREVISAN, M.T.S. B. *et al.* Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. *Food and Chemical Toxicology*, v. 44, p. 188–197. 2006.

WANG, P. J. *et al.* Effects of phenyllactic acid on production performance, egg quality parameters, and blood characteristics in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, v.18, p.202-209. 2009.

YALCIN, S., OSBASILAR, I. AND KOCAOGLU, B. Lactic acid in quail nutrition. *Vet. Journal Ankara University*, v.44, p. 169-181. 1997.

## CAPÍTULO IV

---

Anacardato de cálcio na alimentação de frangos de corte: efeitos no crescimento e  
qualidade óssea

## **Anacardato de cálcio na alimentação de frangos de corte: efeitos no crescimento e qualidade óssea**

**RESUMO** – Com essa pesquisa objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de anacardato de cálcio (ACC) como fonte de ácido anacárdico na alimentação de frangos de corte sobre o crescimento, qualidade e composição óssea do fêmur e da tíbia das aves. Foram alojados 840 pintos machos de um dia de idade em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 7 repetições de 20 aves. Os tratamentos aplicados foram: ração sem adição de promotor de crescimento (PC), ração com PC e, os demais, rações sem PC e adição de ACC nos níveis de 0,25, 0,50, 0,75 e 1%. As variáveis analisadas foram: peso, comprimento, diâmetro, índice de Seedor, resistência e deformidade do fêmur e da tíbia esquerda das aves. Para composição óssea foram analisadas a matéria seca e a matéria mineral do fêmur e da tíbia direita dos frangos. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos no crescimento, qualidade e composição dos ossos do fêmur e da tíbia das aves, indicando que o uso do anacardato de cálcio, como fonte de ácido anacárdico, não afeta a deposição óssea em frangos de corte até 42 dias de idade.

**Palavras-chave:** ácido orgânico, desenvolvimento ósseo, fêmur, tíbia

## **Calcium anacardate in the diet of broiler: the effects on growth and bone quality**

**ABSTRACT** - This research aims to evaluate the effects of adding calcium anacardate (CAC) as a source of anacardic acid in the diet of broiler chicken about the growth, bone quality and composition of the femur and tibia of the birds. They were housed 840 male chicks from one day old in a completely randomized design with 6 treatments and 7 replications of 20 birds. The treatments were: feed without added growth promoter (PC), feed with PC, the others without PC and adding CAC levels of 0.25, 0.50, 0.75 and 1%. The variables analyzed were: weight, length, diameter, Seedor index, resistance and deformity of the femur and left tibia of the birds. To the bone composition were analyzed dry matter and mineral matter of the femur and right tibia of chickens. There were no significant differences between the treatments in growth, quality and composition of bones of the femur and tibia of the birds, indicating that the use of calcium anacardato as a source of Anacardic acid doesn't affect the bone deposition in broiler up to 42 days old.

**Keywords:** organic acid, bone development, femur, tibia

## INTRODUÇÃO

Os relatos de problemas ósseos em frangos de corte têm sido cada vez mais frequentes e ao aumento das anomalias ósseas está associado às perdas econômicas, visto que estas causam desconforto, afetando o bem-estar das aves e muitas vezes levam ao descarte das aves durante o ciclo de criação ou até mesmo a morte. Dentre os problemas ósseos relacionados ao rápido crescimento dos frangos pode-se citar a claudicação, fraqueza nas pernas, além de alterações ósseas ligadas aos distúrbios metabólicos (Julian, 2005; Waldenstedt, 2006; Dibner et al., 2007), problemas esses, que afetam diretamente a produção.

Entre os fatores que podem interferir no crescimento e no desenvolvimento ósseo das aves, Rath et al. (2000) destacaram a necessidade de um programa de alimentação que permita um adequado desenvolvimento do animal, pois alterações na nutrição podem ter influências diretas no crescimento e desenvolvimento ósseo das aves. Por outro lado, quando as aves são criadas em condições de estresse por calor pode haver maior excreção de minerais como cálcio, Ferro e Zinco e, conseqüentemente, alterações na qualidade óssea (Post et al., 2003). Segundo Abioja et al. (2012) o estresse por calor promoveu efeitos deletérios na qualidade óssea de frangos de corte, reduzindo o comprimento, diâmetro, quantidade de cinzas e resistência da tíbia.

Com a proibição do uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação de aves que se destinam a alguns países, as empresas de produção de carne de frangos tiveram que se adaptar, buscando a utilização de produtos alternativos aos antibióticos nas rações. Dentre os aditivos alternativos estão os ácidos orgânicos, que possuem fortes propriedades antimicrobianas, melhorando a digestibilidade e absorção dos nutrientes da ração, melhorando o ganho de peso e conversão alimentar, reduzindo a produção de substâncias tóxicas pelas bactérias e a descamação do epitélio intestinal, sendo utilizados na alimentação animal no controle do crescimento de fungos e bactérias e melhora o pH intestinal e, conseqüentemente, a absorção de minerais, principalmente cálcio e fósforo que são fundamentais para o crescimento e melhoria do tecido ósseo (Lutz e Scharrer, 1991; Kishi et al., 1999; Mineo et al., 2001; Salazar et al., 2008; Faria et al., 2009; Świątkiewicz e Arczewska-Wlosek, 2012).

O ácido anacárdico é um composto fenólico derivado do ácido salicílico. É um produto natural encontrado nas diferentes partes do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), em maior proporção no líquido da casca da castanha de caju (LCC). Em menor concentração, também é encontrado no pedúnculo do caju (Trevisan et al., 2006; Broinizi et al., 2008). O ácido anacárdico apresenta atividade inibitória ao crescimento de microrganismos e uma grande capacidade antioxidante que foi relacionada à inibição da formação de superóxidos e ação inibidora da xantina oxidase, mas sendo consumido em excesso pode acarretar problemas de toxicidade (Trevisan et al., 2006; Achanath et al., 2010). Segundo Hamad e Mubofu (2015), a ação antioxidante do ácido anacardico também ocorre pela sua capacidade de formar quelatos com minerais que são importantes para a ação de enzimas que catalizam a oxidação lipídica. Essa propriedade pode reduzir a absorção mineral no lúmen intestinal e, assim, reduzir a absorção de minerais importantes para formação óssea.

Assim, com essa pesquisa, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de anacardato de cálcio (ACC) como fonte de ácido anacárdico na alimentação de frangos de corte sobre o crescimento, qualidade e composição óssea do fêmur e da tíbia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para condução do experimento foram adquiridos 840 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Ross 308, vacinados no incubatório para as doenças de Marek e Gumboro. O experimento foi conduzido num galpão de alvenaria com dimensões de 15 m x 10 m, coberto por telhas de barro, piso cimentado, pé direito com 3,5 m e orientado longitudinalmente no sentido leste-oeste, contendo 48 boxes de 1,5 m x 1,0 m.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e sete repetições de 20 aves cada, totalizando 140 aves por tratamento. Os tratamentos aplicados foram: T1 = Controle negativo - ração sem adição de promotor de crescimento (PC); T2 = Controle positivo - ração com adição de PC; T3 = Ração com adição de 0,25% de ACC e sem adição de PC; T4 = Ração com adição de 0,50% de ACC e sem adição de PC; T5 = Ração com adição de 0,75% de ACC e sem adição de PC; T6 = Ração com adição de 1,00% de ACC e sem adição de PC.

O programa de alimentação foi dividido em três fases, inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e a fase de final (35 a 42 dias). As rações experimentais foram formuladas para serem isonutrientes e isoenergéticas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pelo manual da linhagem (Tabelas 1, 2 e 3). Para o cálculo das mesmas foram consideradas as composições químicas dos ingredientes apresentadas por Rostagno et al. (2011).

O ácido anacárdico foi adicionado nas rações na forma de anacardato de cálcio, produto intermediário do processo de obtenção do ácido puro, a partir do líquido da castanha de caju (LCC). Inicialmente, o LCC foi obtido a partir da castanha de caju por aquecimento em fornos a 120°C por um período máximo de uma hora, sendo este imediatamente recolhido e armazenado, à medida que se acumulava no recipiente de vidro. A extração do anacardato de cálcio deu-se em um Becker de 4 L com adição de 550 mL de LCC, 150 mL de água destilada e 2850 mL de etanol, que depois de misturados são levados a um agitador por 4h, aquecido a 50°C, sob monitoramento constante da temperatura. Ao longo do procedimento são incorporados à mistura 250g de hidróxido de cálcio. Após 4h de agitação e aquecimento, deixar descansar por 1h, favorecendo a retirada do sobrenadante. Em seguida, adiciona-se mais 800 mL de etanol e novamente é misturado no agitador sobre aquecimento por mais 1h. Concluída essa etapa, o anacardato de cálcio extraído foi levado à estufa para secagem por 72h e depois triturado (Trevisan et al., 2006).

Durante o período experimental, os dados de temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar foram coletados no início da manhã e no final da tarde por intermédio de termômetros de máxima e mínima e psicrômetro respectivamente. As médias de temperatura ambiente mínima e máxima no galpão durante o experimento foram 26,0 e 28,9°C respectivamente e de umidade relativa do ar foi de 69%.

**Tabela 8** – Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1\
Milho	55,83	55,83	55,83	55,83	55,83	55,83
Farelo de soja	36,05	36,05	36,05	36,05	36,05	36,05
Óleo de soja	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Fosf. bicálcico	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Calcário	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Inerte	1,00	0,91	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L-lisina HCl	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Nicarbazina	-	0,004	-	-	-	-
Manteban	-	0,040	-	-	-	-
BMD11% <sup>2</sup>	-	0,046	-	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional calculada						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	21,16	21,16	21,16	21,16	21,16	21,16
Materia seca (%)	88,80	88,80	88,80	88,80	88,80	88,80
FDN (%)	11,63	11,63	11,63	11,63	11,63	11,63
FDA (%)	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Cálcio (%)	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Fósf. disponível (%)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina total (%)	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Metionina total (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Met. + cistina total(%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Treonina total (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Triptofano total (%)	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g; <sup>2</sup>Bacitracina de Metileno Dissilicato 11%



**Tabela 9** - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1
Milho	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90
Farelo de soja	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93
Óleo de soja	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Fosf. bicálcico	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Calcário	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Inerte	1,00	0,90	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
L-lisina HCl	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Salinomicina	-	0,05	-	-	-	-
BMD11% <sup>2</sup>	-	0,05	-	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional calculada						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	19,15	19,15	19,15	19,15	19,15	19,15
Materia seca (%)	88,75	88,75	88,75	88,75	88,75	88,75
FDN (%)	11,53	11,53	11,53	11,53	11,53	11,53
FDA (%)	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósf. disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisina total (%)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Metionina total (%)	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Met. + cistina total(%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Treonina total (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Triptofano total (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g; <sup>2</sup>Bacitracina de Metileno Dissilicato 11%

**Tabela 10** - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte de 35 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Sem aditivos	Com aditivos	Nível de Anacardato (%)			
			0,25	0,50	0,75	1
Milho	62,75	62,75	62,75	62,75	62,75	62,75
Farelo de soja	28,03	28,03	28,03	28,03	28,03	28,03
Óleo de soja	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Fosf. bicálcico	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Calcário	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Inerte	1,00	1,00	0,75	0,50	0,25	-
DL-Metionina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-lisina HCl	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Anacardato de cálcio	-	-	0,25	0,50	0,75	1,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional calculada						
Energ. Metab.(kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Proteína bruta (%)	18,32	18,32	18,32	18,32	18,32	18,32
Materia seca (%)	88,55	88,55	88,55	88,55	88,55	88,55
FDN (%)	11,26	11,26	11,26	11,26	11,26	11,26
FDA (%)	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51
Cálcio (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Fósf. disponível (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Lisina total (%)	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Metionina total (%)	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Met. + cistina total(%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Treonina total (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Triptofano total (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A – 5.500.000 UI; vit. B1 – 500 mg; vit. B12 – 7.500 mcg; vit. B2 – 2.502 mg; vit. B6 – 750 mg; vit D3 – 1.000.000 UI; vit. E – 6.500 UI; vit. K3 – 1.250 mg; biotina - 25 mg; niacina -17,5 g; ácido fólico – 251 mg; ácido pantotênico – 6.030 mg; cobalto – 50 mg; Cobre – 3.000 mg; Ferro - 25 g; Iodo – 500 mg; Manganês – 32,5 g; Selênio - 100,50 mg; Zinco – 22,49 g

Durante toda a fase experimental (1 a 42 dias de idade), semanalmente, as aves e a ração foram pesadas. Aos 42 dias, após a pesagem, foram selecionadas duas aves por parcela, com o peso semelhante ao peso médio de cada parcela. Uma vez identificadas, as aves foram encaminhadas ao abatedouro e, em seguida, sacrificadas por deslocamento cervical. Após o sacrifício, as aves foram pesadas em balança digital para obtenção do peso corporal e posteriormente foram retiradas as coxas e sobrecoxas, que foram devidamente identificadas, pesadas em balança digital com precisão de 0,01g e congeladas em freezer a -20°C, onde permaneceram até o momento da desossa.

Para a realização da desossa, as peças foram retiradas do freezer descongeladas em geladeira doméstica (temperatura de 4°C por 12 horas) e depois colocadas sobre as bancadas para que o material atingisse a temperatura ambiente. Posteriormente, coxa e sobrecoxa foram pesadas, devidamente identificadas e mergulhadas em água fervente por 10 minutos. Em seguida foram desossadas com auxílio de um bisturi, conforme metodologia descrita por Bruno (2002).

A mensuração do comprimento dos ossos, fêmur e tíbia esquerdos, foi realizada por meio de um paquímetro digital e o peso obtido com auxílio de uma balança de precisão (0,01g). A avaliação da densidade óssea foi realizada através do índice de Seedor, obtido pela divisão do valor do peso (mg) pelo comprimento (mm) do osso avaliado (Seedor, 1991).

Os parâmetros de resistência e deformidade óssea foram determinados no osso *in natura* (tíbia e fêmur) com auxílio de uma prensa mecânica. Os ossos foram colocados em posição horizontal sobre um suporte de madeira e depois foi aplicada uma força no centro de cada osso. A quantidade máxima de força aplicada no osso antes da sua ruptura foi considerada a resistência à quebra ( $\text{kgf/cm}^2$ ), sendo esta mensurada através de um extensômetro digital. A deformidade (mm) também era mensurada através de um extensômetro no momento da ruptura do osso.

A determinação da composição química dos ossos foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Os ossos, tíbia e fêmur direito foram retirados do freezer e colocados em uma bancada para ocorrer o descongelamento. Posteriormente foram colocados em recipientes adequados, pesados e encaminhados para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa pesadas novamente

para obter a matéria pré-seca. Após a pesagem os ossos foram triturados em moinho de bola, as amostras moídas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados para uma posterior determinação da matéria seca (MS) e matéria mineral (MM). Foi utilizada a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

A análise estatística foi realizada utilizando o “Statistical Analyses Sistem” (SAS, 2009). Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA e, quando significativos, foi realizada a comparação de médias entre todos os tratamentos pelo teste SNK (5%). Para determinar o melhor nível de inclusão, os dados dos tratamentos com os níveis crescentes de anacardato de cálcio foram submetidos a análise de regressão.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos (Tabela 4) para o peso, comprimento, diâmetro, índice de Seedor, resistência e deformidade óssea indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Na avaliação da composição óssea (Tabela 5), também não houve diferença significativa entre os tratamentos para a matéria seca e mineral do fêmur e da tíbia.

Os resultados obtidos demonstram que o uso de anacardato de cálcio nas rações não resultou em efeitos positivos ou negativos nos diferentes parâmetros ósseos avaliados.

O crescimento das aves depende da disponibilidade de nutrientes para os processos metabólicos e, para isso, os nutrientes devem ser ingeridos com a ração, posteriormente digeridos e absorvidos no trato digestório. Assim, se ocorrer redução na ingestão ou na digestibilidade dos minerais da ração, principalmente, cálcio e fósforo, problemas no crescimento e na qualidade do tecido ósseo podem ocorrer (Rath et al., 2000). Nesse contexto, como as rações foram formuladas para serem isocálcicas e isofosfóricas, e não houve diferenças significativas para o consumo de ração, podemos inferir que a ingestão e a disponibilidade de Ca e P não variaram com a adição do ácido e, conseqüentemente, não influenciaram no crescimento e na qualidade dos ossos, fêmur e tíbia.

**Tabela 4** - Valores médios de peso, comprimento, diâmetro, índice de Seedor, resistência e deformidade de ossos esquerdos do fêmur e da tíbia de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio na ração aos 42 dias de idade.

Fêmur						
Tratamentos	Peso (g)	CP (mm)	Diâmetro (mm)	IS (mg/mm)	RE (kgf/cm <sup>2</sup> )	DF (mm)
Sem aditivos	9,25	73,88	9,89	124,76	15,21	0,57
Com aditivos	9,12	75,57	9,80	120,58	16,32	0,58
0,25% ACC	9,00	74,51	9,80	120,69	13,63	0,53
0,50% ACC	9,69	75,78	9,91	127,81	17,94	0,50
0,75% ACC	9,38	75,59	9,98	124,53	14,64	0,51
1,00% ACC	9,51	75,94	9,75	125,13	14,28	0,50
ANOVA			<i>p</i> -valor			
Tratamentos	0,2987	0,2864	0,8760	0,2643	0,1627	0,0758
Regressão			<i>p</i> -valor			
Linear	0,2626	0,0852	0,9816	0,4233	0,9245	0,4934
Quadrática	0,2399	0,3607	0,2989	0,2571	0,0989	0,8062
CV(%)	6,30	2,49	3,67	5,10	20,45	12,18
Tíbia						
Sem aditivos	11,92	97,83	7,67	121,49	14,06	0,61
Com aditivos	12,04	100,21	7,69	119,99	14,40	0,65
0,25% ACC	11,59	98,74	7,70	117,31	15,98	0,62
0,50% ACC	12,63	100,38	7,87	125,45	15,28	0,60
0,75% ACC	12,20	100,20	7,93	122,07	15,16	0,62
1% ACC	12,42	99,68	7,96	124,62	16,16	0,64
ANOVA			<i>p</i> -valor			
Tratamentos	0,3233	0,3232	0,7132	0,2912	0,8405	0,8198
Regressão			<i>p</i> -valor			
Linear	0,2015	0,3520	0,2897	0,1898	0,9913	0,5616
Quadrática	0,2393	0,1322	0,6851	0,3468	0,5475	0,3349
CV(%)	7,15	2,45	5,53	5,58	21,89	10,03

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).  
CP=comprimento, IS=índice de Seedor, RE=resistência e DF=deformidade.

Considerando-se que os ácidos orgânicos podem promover redução no pH do trato gastrointestinal e, por conseguinte, reduzir a carga de microrganismo patogênico e também melhorar a absorção dos minerais (Lutz e Scharrer, 1991; Kishi et al., 1999; Mineo et al., 2001; Salazar et al., 2008; Faria et al., 2009; Świątkiewicz e Arczewska-Wlosek, 2012), criou-se expectativa que o uso de anacardato de cálcio promovesse melhorias no crescimento e na qualidade óssea dos frangos. Entretanto, esse efeito não se confirmou.

A magnitude da resposta para o uso de um ácido orgânico na alimentação animal depende das propriedades químicas do ácido ou de seu sal. Assim, os ácidos orgânicos

usados como promotores de crescimento na alimentação de aves, geralmente, são ácidos de cadeia curta (C1 – C7) sendo mais efetivos os que apresentam maior capacidade de dissociação e mudanças no pH do trato digestório, reduzindo (Dibner e Buttin, 2002).

Nesse contexto, vale ressaltar, que o anacardato de cálcio é o sal de cálcio do ácido anacárdico, composto que apresenta o núcleo do ácido salicílico e uma cadeia lateral com 15 carbonos, e que o pH intestinal dos frangos se manteve dentro dos parâmetros normais (5,6 a 6,5). Assim, a ausência de efeitos significativos do ACC sobre os parâmetros ósseos pode ser atribuída às propriedades químicas do produto anacardato de cálcio e do ácido anacárdico.

As características químicas, entre outros fatores, têm sido relacionadas à variabilidade dos efeitos entre os diferentes ácidos orgânicos e suas misturas e até mesmo na inconsistência dos resultados obtidos para um determinado ácido. Boling et al. (2001) verificaram que a adição do ácido cítrico promoveu aumento linear na deposição de minerais na tíbia de frangos de corte submetidos a rações deficientes em fósforo disponível. Chowdhury et al. (2009) relataram um aumento significativo na porcentagem de cinzas da tíbia de frangos de corte alimentado com ácido cítrico. Segundo Martinez-Amezcu et al (2006) a adição de fitase misturado com ácido cítrico aumentou o teor de cinza na tíbia de frangos de corte. Liem et al. (2008) avaliaram a adição de ácido cítrico, ácido málico ou ácido fumárico em rações deficientes de fósforo e observaram aumento do teor de cinza óssea da tíbia apenas para a adição do ácido cítrico. Świątkiewicz e Arczewska-Wlosek. (2012) estudando o efeito dos ácidos fórmico, propiônico, acético, capríco e cáprico, relataram que dietas para frangos de corte suplementados com esses ácidos orgânicos aumentaram a resistência e a rigidez do fêmur, porém, não influenciou a qualidade óssea da tíbia. Segundo Hafeez et al. (2014) o uso de ácido orgânico (fórmico e propiônico) não afetou a qualidade óssea da tíbia, de frangos de corte e concluíram que o uso desses ácidos pode ser considerado seguro no que diz respeito aos seus impactos sobre a qualidade óssea desses animais.

A adição de compostos com atividade antioxidante na ração tem sido sugerida como forma de evitar a perda de qualidade óssea que pode ocorrer em frangos submetidos ao estresse por calor. Assim, considerando que o ácido anacárdico é um composto fenólico derivado do ácido salicílico, cuja ação antioxidante tem sido a mais relatada entre suas ações biológicas (Trevisan et al. 2006), criou-se a expectativa que

este poderia contribuir para melhorar a qualidade óssea dos frangos, o que não se confirmou nesta pesquisa.

**Tabela 5** - Valores médios de matéria seca e matéria mineral dos ossos direitos do fêmur e da tíbia de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de anacardato de cálcio aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Fêmur		Tíbia	
	MS(%)	MM(%)	MS(%)	MM(%)
Sem aditivos	53,77	38,42	54,61	40,00
Com aditivos	54,05	38,12	55,46	40,15
0,25% ACC	54,91	39,50	55,62	41,44
0,50% ACC	56,38	38,42	55,59	39,88
0,75% ACC	54,13	39,39	54,38	41,09
1% ACC	54,18	39,42	54,75	41,41
ANOVA		p-valor		
Tratamentos	0,1574	0,1839	0,4256	0,0953
Regressão		p-valor		
Linear	0,2409	0,8119	0,1210	0,7437
Quadrática	0,3377	0,2890	0,7630	0,0690
CV(%)	3,54	3,28	2,59	3,20

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%). MS=matéria seca, MM=matéria mineral.

Os benefícios do uso de antioxidantes, principalmente os naturais, sobre o desempenho e qualidade dos ossos de frangos de corte têm sido inconsistentes e necessitam ser melhor compreendidos. Lohakare et al (2005) verificaram que a adição de ácido ascórbico na ração de frangos melhorou a quantidade de matéria mineral e a resistência da tíbia. Entretanto, Konca et al. (2009) relataram que a adição de ácido ascórbico na ração não influenciou significativamente os parâmetros (peso, comprimento, cinzas e resistência) dos ossos de frangos de corte. Hosseini-Vashan et al (2012) relataram que a adição do açafrão em pó, como antioxidante na ração dos frangos de corte, não influenciou o desempenho, mas melhorou o estado oxidativo e a função hepática, reduziu os índices indicadores de estresse e aumentou a concentração de cálcio na tíbia.

## CONCLUSÕES

O anacardato de cálcio, como fonte de ácido anacárdico, em níveis de até 1% na ração, não afeta o crescimento, a composição e a qualidade dos ossos de frangos de corte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOJA, M.O. *et al.* Growth, mineral deposition, and physiological responses of broiler chickens offered honey in drinking water during hot-dry season. **International Journal of Zoology**, p.1-6. 2012.

ACHANATH, R.; SRINIVAS, M.; RAMADOSS, C.S. Antimicrobial derivatives of anacardic acid and process for preparing the same, 2010. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/y2010/0016630.html>, Acesso 30/01/2015.

BOLING-FRANKENBACH, S. D.; SNOW, J. L.; PARSONS, C. M.; BAKERN, D. H. The effect of citric acid on the calcium and phosphorus requirements of chicks fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**. v. 80, p. 783-788. 2001.

BROINIZI, P.R.B. *et al.* Propriedades antioxidantes em subproduto do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.): efeito sobre a lipoperoxidação e o perfil de ácidos graxos poliinsaturados em ratos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 773 – 781, 2008.

BRUNO, L.G.D. Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: **Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente**. 2002. 72 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.

CHOWDHURY R. *et al.* Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. **Poultry Science**, v.88, p.1616-1622. 2009.

DIBNER J.J. *et al.* Metabolic challenges and early bone development. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.126–137. 2007.



DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **Journal Applied Poultry Research**. 11:453–463. 2002.

FARIA, D.E. *et al.* Alternativa ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 18-28, 2009.

HAFEEZ, A. *et al.* Impact of thermal and organic acid treatment of feed on apparent ileal mineral absorption, tibial and liver mineral concentration, and tibia quality in broilers. **Poultry Science**, v.93, p.1754-1763. 2014.

HAMAD, F.B.; MUBOFU, E.B. Potential Biological Applications of Bio-Based Anacardic Acids and Their Derivatives. **International Journal of Molecular Sciences**, v.16, p.8569-8590; 2015.

HOSSEINNI-VASHAN, S.J. *et al.* Antioxidant status, immune system, blood metabolite and carcass characteristic of broiler chicken fed turmeric rhizome powder under heat stress. **Afr. J. Biol.** v.11, p.16118-16125, 2012.

JULIAN R. J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry - A review. **Veterinary Journal**, v.169, p.350–369. 2005.

KISHI, M. *et al.* Enhancing effect of dietary vinegar on the intestinal absorption of calcium in ovariectomized rats. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v.63, p.905–910. 1999.

KONCA, Y. *et al.* Effects of dietary ascorbic acid supplementation on growth performance, carcass, bone quality and blood parameters in broilers during natural summer temperature. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, 4: 139-147, 2009.

LIEM A., PESTI G.M., EDWARDS JR. H.M. The effect of several organic acids on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chicks. **Poultry Science**. v.87, p. 689–693. 2008.

LOHAKABE, J.D. *et al.* Effects of supplemental ascorbic acid on the performance and immunity of commercial broilers. **Journal Applied Poultry Research**. v.14, p.10-19, 2005.

LUTZ, T.; SCHARRER, E. Effect of short-chain fatty acids on calcium absorption by the rat colon. **Experimental Physiology**, v.76, p.615–618. 1991.

MARTINEZ-AMEZCUA, C.C.M.; PARSONS, C.M.; Baker, D.H. Effect of microbial phytase and citric acid on phosphorus bioavailability, apparent metabolizable energy, and amino acid digestibility in distillers dried grains with soluble in chicks. **Poultry Science**, v.85, p.470–475.2006.

MINEO H. *et al.* Various indigestible saccharides enhance net calcium transport from the epithelium of the small and large intestine of rats in vitro. **Journal of Nutrition**, v.131, p.3243–3246. 2001.

POST, J.; REBEL, J.M.; HUUNRNE, A.A. Physiological effects of elevated plasma corticosterone concentrations in broiler chickens. An alternative means by which to assess the physiological effects of stress. **Poultry Science**. v.82, n.8, p.1313-1318, 2003.

RATH, N.C. *et al.* Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**. v.79 n.7, p.1024-1032. 2000.

ROSTAGNO, H.S. (Ed.). **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3<sup>ed</sup>. Viçosa: UFV/DZO, 2011. 186p.

SALAZAR, P.C.R.. *et al.* Efeito dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.45, n.6, p.463-471, 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.

SEEDOR, J. G. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v. 6, p. 339-346, 1991.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 166p.

ŚWIĄTKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA-WLOSEK, A. Bone quality characteristics and performance in broiler chickens fed diets supplemented with organic acids. **Animal science**. v. 57, p. 193-205, 2012.

TREVISAN, M.T. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p. 188–197. 2006.

WALDENSTEDT L. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.126, p.291–307. 2006.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

A inclusão do anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico nas rações de frangos de corte pode substituir os antibióticos promotores de crescimento. Assim, com base nos resultados encontrados nesse trabalho, conclui-se que:

1. Rações com níveis variando de 0,25 a 1% de anacardato de cálcio não afeta o desempenho dos frangos no período total de crescimento.
2. O aumento de 0,25 até 1% de anacardato de cálcio em rações para frangos de corte não altera o rendimento de carcaça e a qualidade da carne do peito dos frangos, porém a partir de 0,75% é suficiente para reduzir a oxidação lipídica da carne de peito.
3. A inclusão de 0,25 até 1% de anacardato de cálcio na ração não altera os parâmetros sanguíneos, a atividade enzimática e oxidativa do fígado de frangos de corte aos 35 dias de idade.
4. o aumento do teor de anacardato de cálcio na ração até o nível de 1% não afeta o crescimento e a qualidade óssea dos frangos.

Portanto, em rações para frangos de corte pode ser usado até 1% de anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico, sem que causem prejuízo na criação dessas aves.

## DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO ORTOGRÁFICA

Eu, Mirleide Pereira dos Santos , RG 96002459110 SSP - CE, CPF: 840.554.723-15. Licenciada em Letras e Língua Portuguesa pela Universidade Federal do Ceará – UFC.

Declaro para devidos fins que efetuei a verificação e correção de alguns aspectos do texto, tais como: Ortografia, Acentuação, Uso de Concordância nominal e verbal, Pontuação e coerência textual. Outros aspectos também foram verificados, como por exemplo, a ambigüidade de frases ou palavras, repetições, ordem estrutural das frases e correção de acordo com as normas técnicas da ABNT, tudo isso sempre visando melhorar a clareza do seu trabalho para a fluidez na leitura e compreensão.

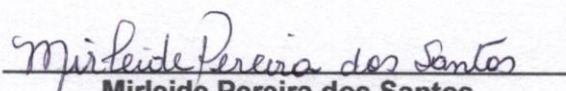
**Aluna: CARLOS EDUARDO BRAGA CRUZ**

**Assunto Tese: ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

**Universidade Federal Do Ceará  
Universidade Federal Da Paraíba  
Universidade Federal Rural De Pernambuco  
Programa De Doutorado Integrado Em Zootecnia**

Por ser verdade firmo o presente.

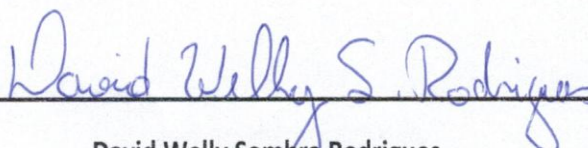
Caucaia, 20 de Fevereiro de 2016

  
**Mirleide Pereira dos Santos**  
**Licenciada em Letras e Língua Portuguesa**

## CERTIFICATE OF TRANSLATION

I hereby declare that I translate the abstracts entitled "CALCIUM ANACARDATE AS ANACARDIC SOURCE IN THE FEED OF BROILERS", "PERFORMANCE, CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY OF BROILER FEED WITH CALCIUM ANACARDATE", "BLOOD PARAMETERS AND OXIDATIVE ENZYME ACTIVITY IN BROILERS' LIVER THAT FEED CALCIUM ANACARDATE", "CALCIUM ANACARDATE IN THE DIET OF BROILER: THE EFFECTS ON GROWTH AND BONE QUALITY" from Portuguese to American English and returned it to the author on 03/02/2016. It is up to the author to accept, refuse, or reply to any changes, corrections and suggestions made in the abstract. This translation does not imply acceptance or rejection of the manuscript by whatever journal to which it may be submitted.

March 2<sup>nd</sup>, 2016



---

David Welly Sombra Rodrigues

CPF: 02911793390