



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**REBECA CRUZ DOS SANTOS**

**ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

**FORTALEZA**

**2014**

REBECA CRUZ DOS SANTOS

**ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

Co-orientadora: Dra. Raffaella Castro Lima

**FORTALEZA**

**2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

S238a Santos, Rebeca Cruz dos.  
Anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico na alimentação de codornas japonesas em postura / Rebeca Cruz dos Santos. – 2014.  
53 f.: il., color. enc.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2014.  
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.  
Coorientação: Dra. Raffaella Castro Lima.

1. Ave. 2. Nutrição animal. 3. Codorna. 4. Alimentação e rações. I. Título.

CDD 636.08

---

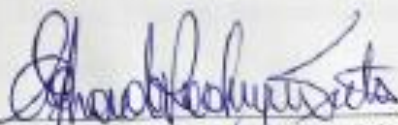
REBECA CRUZ DOS SANTOS

ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial para  
obtenção do Título de Mestre em  
Zootecnia. Área de concentração:  
Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 18/09/2014

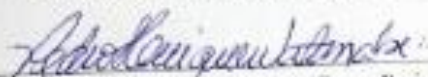
BANCA EXAMINADORA



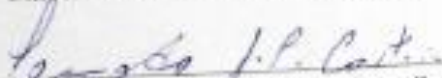
Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará - UFC



Germano Augusto Jerônimo Do Nascimento (Conselheiro)  
Universidade Federal do Ceará - UFC



Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)  
Universidade Federal do Ceará - UFC



Fernando Guilherme Perazzo Costa (Conselheiro)  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza e meu socorro bem presente.

À minha mãe, que mesmo com toda dificuldade sempre acreditou em mim e me confortou nas horas difíceis, minha guerreira.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, especialmente ao Prof. Ednardo Rodrigues Freitas, pela orientação, correções e ensinamentos.

Aos meus queridos e estimados amigos, Carlos Weiber, Gilson Oliveira, Kassia Santos, Newton Sá, Rafaela Cipriano e Thaís Tavares. A maioria, mesmo não sendo da equipe de experimento, sempre me ajudou nas horas mais difíceis por pura amizade sincera.

Aos colegas do Setor de Avicultura, Carlos Eduardo, Danilo Fernandes, Davyd Souza, Diego Teixeira, Isaías, Nádia Braz, Nadja Farias, especialmnete, Camila Paixão, Cleane Pinho, Nayana Chaves, Raffaella Castro e Rosa Patrícia.

Ao Alexandro, Arianne, Hosana, Julcineide, Karine, Leane, Neide, Othon, Regina e Taciane, pela amizade e apoio.

À Universidade Federal do Ceará, pela estrutura e suporte concedidos.

À FUNCAP, CNPq e CAPES pelo apoio financeiro.

À Avine pela doação das aves utilizadas na pesquisa.

# **ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

## **RESUMO**

Objetivou-se avaliar os efeitos da adição do anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico na ração de codornas japonesas em postura quanto ao desempenho e parâmetros de qualidade dos ovos. Foram utilizadas 252 codornas japonesas em fase de postura com 22 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições de sete aves. Os tratamentos aplicados foram: T1 - ração sem promotor de crescimento (PC); T2 - ração com promotor de crescimento; T3, T4, T5 e T6 - rações sem promotor de crescimento e adição de 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0% de anacardato de cálcio (AC), respectivamente. Os tratamentos não influenciaram o consumo de ração, percentagem de postura, peso do ovo, massa de ovo, conversão alimentar e a qualidade dos ovos: percentagem de gema, albúmen e casca, unidade Haugh, densidade específica, espessura da casca e cor da gema. O anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico, quando adicionado até 1% na ração não influencia o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas.

**Palavras-chave:** antioxidante. desempenho. ovo.

## **CALCIUM ANACARDATE AS SOURCE OF ANACARDIC ACID IN JAPANESE LAYING QUAIL FEEDING**

### **ABSTRACT**

The aim of the study was to evaluate the effects of adding calcium anacardate as source of anacardic acid in Japanese laying quails diets on performance and egg quality parameters. A total of 252 Japanese laying quails with 22 weeks of age were used, distributed in completely randomized design, with six treatments and six replications of seven broilers each. The treatments used were: T1 - diet without growth promoter (PC); T2 - diet with growth promoter; T3, T4, T5 and T6 - diets without growth promoter and addition of 0,25; 0,50; 0,75 and 1,0% of calcium anacardate (AC), respectively. The treatments did not affect feed intake, laying percentage, egg weight, egg mass, feed conversion and quality of the eggs: yolk, albumen and shell percentage, Haugh unit, specific gravity, shell thickness and yolk color. The calcium anacardate as source of anacardic acid, when added up to 1% in the diet, does not affect the performance and quality of the eggs of Japanese laying quails.

**Keywords:** antioxidant. performance. egg.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Períodos da vida de uma codorna.....	14
Tabela 2 –	Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais.....	41
Tabela 3 –	Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações com anacardato de cálcio.....	44
Tabela 4 –	Componentes e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações com anacardato de cálcio .....	46



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Ácido Anacárdico
AC	Anacardato de Cálcio
ANOVA	Análise de Variância
BHA	Butil Hidroxianisol
BHT	Butil Hidroxitolueno
CA	Conversão Alimentar
CCA	Centro de Ciências Agrárias
COOH	Grupamento Carboxila
CV	Coefficiente de Variação
DE	Densidade Específica
DZ	Departamento de Zootecnia
F	Fator de Correção da Temperatura
GP	Galato de Propila
Kcal	Quilocalorias
LCC	Líquido da Castanha de Caju
NRC	Nutrient Requirement Council
O	Oxigênio
OH	Hidroxila
SAS	Statistical Analysis System
SNK	Student-Newman-Keuls
TBARS	Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico
TBHQ	Terc-butil-hidroquinona
UH	Unidades Haugh
UFC	Universidade Federal do Ceará

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C Graus centígrado

% Porcentagem

+ Mais

– Menos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Classificação e origem das codornas de postura.....	14
2.2 Considerações gerais sobre aditivos na alimentação animal .....	15
2.3 Ácidos orgânicos na alimentação de aves .....	17
2.4 Antioxidantes .....	18
2.5 Aditivos fitogênicos.....	22
2.6 Considerações gerais sobre ácido anacárdico .....	24
2.6.1 Obtenção do anacardato de cálcio .....	25
2.7 Ações biológicas do ácido anacárdico .....	26
2.7.1 Atividade antimicrobiana .....	26
2.7.2 Atividade inibidora de enzimas .....	27
2.7.3 Atividade antioxidante .....	28
2.8 Ácido anacárdico na alimentação animal.....	28
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO II - ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA .....</b>	<b>37</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
2.1 Delineamento experimental .....	40
2.2 Racões experimentais .....	40
2.3 Avaliação do desempenho das aves.....	42
2.4 Qualidade externa e interna dos ovos.....	42
2.5 Análise estatística dos dados.....	43
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a modernização da produção animal, tornou-se importante a diversificação da criação de aves nas propriedades rurais (ALBINO E BARRETO, 2003). Assim, atividades antes consideradas de subsistência passaram a integrar o mercado a nível industrial e, dentre estas, podemos destacar a coturnicultura.

O crescimento desta atividade está associado ao uso de novas tecnologias, instalações mais apropriadas, novos equipamentos, plantéis com alta produtividade e à experiência da avicultura de postura e de corte na produção e comercialização. As mudanças nos hábitos alimentares do consumidor também foram fundamentais para o desenvolvimento da atividade, visto que por meio do aumento da demanda por refeições prontas, houve a expansão de estabelecimentos comerciais que trabalham com ovos e carne de codorna, como restaurantes do tipo self- service e churrascarias.

De acordo com Costa *et al.* (2007), do ponto de vista técnico, os principais fatores que têm contribuído para a criação de codornas são o rápido crescimento, a maturidade sexual precoce (40 a 45 dias), a alta taxa de postura (em média 300 ovos/ave/ano), a elevada densidade de criação (90 a 106 aves/m<sup>2</sup>), a elevada vida produtiva (14 a 18 meses), o baixo investimento e o rápido retorno do capital investido. Essas vantagens têm despertado interesses de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que contribuam com maior aprimoramento desta exploração.

Um dos maiores desafios da avicultura no país está relacionado ao uso de aditivos antimicrobianos, como os promotores de crescimento, que atuam na inibição do crescimento de microrganismos e, conseqüentemente, no melhoramento das etapas e dos resultados da produção. Porém, as pesquisas com aditivos alternativos têm sido incentivadas devido às exigências da União Europeia para a substituição dessas substâncias, que passaram a ser vistas como fatores de risco para a saúde humana devido ao seu possível papel na ocorrência de resistência microbiana (BRUGALLI, 2003). Uma alternativa seria o uso de aditivos naturais com propriedades semelhantes às das sintéticas, com eficácia comprovada e resultados econômicos satisfatórios.

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, Toyomizu *et al.* (2003a) demonstraram 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, como substituto aos promotores de crescimento, quanto ao desempenho zootécnico das aves, utilização dos nutrientes da ração e a qualidade da carne e dos ovos.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da adição de anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico na ração de codornas japonesas em postura.

**CAPÍTULO I**

**REVISÃO DE LITERATURA**

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Classificação e origem das codornas de postura

As codornas pertencem à ordem dos galináceos, família dos Fasianídeos (Phasianidae), a mesma família das galinhas e perdizes, sub-família dos Perdicinidae, gênero *Coturnix* e espécie *coturnix* (MURAKAMI E ARIKI, 1998; ALBINO E BARRETO, 2003).

São aves originárias do norte da África, da Europa e da Ásia (PINTO *et al.*, 2002) e segundo Reis (1980), os registros mais antigos a respeito dessa ave remontam ao século XII, sugerindo que elas eram criadas por causa do seu canto.

A codorna europeia (*Cortunix cortunix cortunix*) foi introduzida no Japão a partir do século XI, mas foi somente no século XX que os japoneses desenvolveram um tipo domesticado de codorna, a partir de cruzamentos realizados entre aquelas de origem europeia e algumas espécies selvagens, dando origem à codorna doméstica (*Cortunix cortunix japonica*). Deu-se início, assim, à exploração do potencial produtivo dessas aves, tanto para o consumo de carne quanto para o de ovos (REIS, 1980).

No Brasil, a codorna doméstica foi introduzida em meados da década de cinquenta e é, segundo Oliveira (2001), a linhagem mais difundida. No país, o objetivo principal da coturnicultura é a produção de ovos, sendo essa a principal finalidade da criação de codornas japonesas.

Segundo Albino (2003), os diferentes períodos cronológicos da vida de uma codorna japonesa correspondem às fases de criação delas, a saber:

Tabela 1 - Períodos da vida de uma codorna

<b>Fases</b>	<b>Períodos</b>
Fase inicial ou cria	1 a 21 dias
Fase de recria	22 a 42 dias
Início da postura	43º dia ao descarte

Fonte: Albino (2003)

## 2.2 Considerações gerais sobre aditivos na alimentação animal

Os aditivos alimentares são substâncias com ou sem valor nutritivo que são adicionadas às rações para modificar benéficamente as características químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais com o intuito de promover melhor desempenho dos animais e alterar as características do produto final (BERTECHINI, 2012). A sua utilização é essencial, pois pode aumentar a produtividade e também reduzir os custos da produção avícola.

De acordo com a Instrução Normativa número 13 estabelecida em 30/11/2004, são considerados aditivos aqueles produtos que são indispensáveis às rações e que influenciam de maneira positiva as características dos produtos de origem animal, sendo utilizados em quantidades estritamente necessárias ao alcance do efeito desejado. Esses aditivos devem ser autorizados e estar registrados no MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – e foram classificados, de acordo com essa instrução normativa, em cinco categorias, a saber (BRASIL, 2013):

- Aditivos tecnológicos: substâncias aplicadas na alimentação animal para fins tecnológicos (adsorventes, aglomerantes, antiaglomerantes, antioxidantes, antiumectantes, conservantes, emulsificantes, estabilizantes, espessantes, gelificantes, reguladores da acidez, umectantes);
- Aditivos sensoriais: substâncias aplicadas na alimentação animal com o intuito de modificar ou melhorar as propriedades organolépticas ou visuais desses alimentos (corantes e pigmentantes, aromatizantes, palatilizantes);
- Aditivos nutricionais: substâncias aplicadas para a manutenção ou melhoramento das propriedades nutricionais dos alimentos (vitaminas, oligoelementos e compostos, aminoácidos, derivados e análogos, ureia e derivados);
- Aditivos zootécnicos: substâncias aplicadas a fim de melhorar o desempenho dos animais (enzimas, probióticos, prebióticos e acidificantes, melhoradores de desempenho);
- Anticoccidianos: substâncias destinadas à inibição ou eliminação de protozoários.



Dentre os aditivos, os zootécnicos são aqueles que representam o maior grupo de substâncias, servindo para melhorar a utilização dos nutrientes das rações e, conseqüentemente, podendo melhorar o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais. De um modo geral, esses aditivos também podem ser chamados de estimulantes de absorção ou ativadores de produção (BERTECHINI, 2012).

Os antimicrobianos compõem a maior parte deste grupo, sendo utilizados como melhoradores da absorção de aves e suínos, demonstrando melhoras nos índices produtivos desses animais. Diversos trabalhos científicos comprovaram que o seu uso melhora o ganho de peso, a conversão alimentar e também diminui a mortalidade.

Contudo, a utilização de promotores trouxe à tona inúmeras discussões, baseando-se em dois pontos principais: possibilidade da presença de resíduos medicamentosos na carne ou nos ovos, em níveis que possam prejudicar a saúde do consumidor e possibilidade de desenvolvimento ou aumento de resistência microbiana na medicina humana, devido ao uso de antimicrobianos na produção animal. Em 2006, a União Europeia proibiu a utilização de antimicrobianos como melhoradores de desempenho zootécnico em animais de produção.

No Brasil, a utilização dos antimicrobianos melhoradores de desempenho são regulamentados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e também seguem as normas do Codex Alimentarius. Os produtos proibidos como aditivos de ração incluem: tetraciclina, penicilinas, clorafenicol, sulfonamidas sistêmicas, furazolidona, nitrofurazona e avorpacina (NUNES, 2008).

Os antimicrobianos utilizados na terapêutica humana não são normalmente utilizados como promotores de absorção nas rações animais. Todavia, existem movimentos para o banimento do uso deles em dosagens subterapêuticas nas dietas dos animais, tendo como argumento principal o desenvolvimento de microorganismos resistentes. Além do efeito como promotores de absorção de nutrientes e de melhoria dos valores de conversão alimentar, esses aditivos podem ser utilizados em níveis mais altos nas rações com o objetivo de controlar ou combater doenças (MACHADO *et al.*, 2007; BERTECHINI, 2012).

Entretanto, devido às novas exigências do mercado, produtores e pesquisadores iniciaram, assim, esforços para identificar e aplicar novas substâncias capazes de melhorar o desempenho das codornas domésticas, aceitas pelo público consumidor e que acarretem menos prejuízos ao meio ambiente. Como alternativas, os

aditivos naturais têm sido utilizados, contrapondo-se ao uso dos quimioterápicos (JESUS, 2007).

Desse modo, percebe-se que a exploração das propriedades terapêuticas dos vegetais com fins veterinários, para atuarem como melhoradores do desempenho de animais, tem crescido bastante nos últimos anos. Assim, produtos alternativos vêm sendo investigados, com o intuito de manter as características dos antimicrobianos, sem que isso diminua a produtividade desses animais, proporcionando o desenvolvimento de aves mais saudáveis (PENZ *et al.*, 1993).

### **2.3 Ácidos orgânicos na alimentação de aves**

Os ácidos orgânicos fazem parte de um conjunto de substâncias de propriedades ácidas que têm átomos de carbono em sua fórmula. Eles são normalmente ácidos fracos, solúveis em água e em solventes orgânicos e podem ser produzidos através da atividade metabólica de seres vivos.

De acordo com Adams (1999), o papel dos ácidos orgânicos é bastante variado e nem sempre está relacionado à nutrição. Eles produzem acidez que atua como flavorizante e ainda retardam a degradação enzimática. Além disso, eles agem como fortes inibidores da multiplicação microbiana, e seu uso é aplicado na preservação de grãos e rações, bem como um aditivo promotor de crescimento.

Dentro do grupo dos ácidos orgânicos, a classe mais significativa é a dos ácidos carboxílicos, ácidos que contêm em sua estrutura o grupamento carboxila (COOH) formado por um carbono ligado a uma hidroxila (OH), por meio de uma ligação simples e a um átomo de oxigênio (O), por meio de uma ligação dupla. Além das propriedades comuns entre os outros ácidos (como o sabor azedo), os ácidos carboxílicos também são caracterizados pelo odor forte e irritante que exalam (SNYDER, 1995).

De um modo geral, os ácidos orgânicos são largamente aplicados às dietas animais, como bovinos, suínos e aves de corte. Essa técnica facilita a digestão de proteínas, a absorção de nutrientes no intestino e diminui o pH estomacal, evitando a proliferação exagerada de microrganismos patogênicos e melhorando o trânsito intestinal. Além desses benefícios, com a redução do pH, o trânsito intestinal melhora, a produção e a secreção de sucos pancreáticos é estimulada e a atividade de enzimas

proteolíticas é potencializada, atividades que interferem diretamente no desenvolvimento animal (SILVA *et al.*, 2011), melhorando o desempenho e a produtividade dessas espécies.

Gama *et al.* (2000) trabalharam com uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, láctico, cítrico e ascórbico) para poedeiras e observaram maior produção de ovos nas aves que receberam ração com a mistura e não observaram diferenças na qualidade e peso dos ovos e nos valores de unidade Haugh.

Boling *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.

Adil *et al.* (2010) testaram o uso dos ácidos butílico, 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 diferente em relação aos demais tratamentos. As aves submetidas ao uso de 1% do ácido tartárico apresentaram menor consumo de ração e ganho de peso.

Nesse contexto, o ácido anacárdico, extraído da castanha de caju, apresenta-se como um dos lipídios fenólicos mais relatados na literatura no que diz respeito à atividade orgânica. Além de possuir propriedades anti-inflamatórias e de inibição enzimática, ele é um fármaco reconhecido como excelente antioxidante, razão que justifica a investigação de sua aplicação na ração de aves, tendo em vista o melhoramento do desempenho delas e de sua produtividade final.

## **2.4 Antioxidantes**

Nos dias de hoje, há uma grande variedade de compostos antioxidantes, tanto naturais quanto sintéticos, que são utilizados em muitos alimentos, principalmente nos que contêm óleos e gorduras. De acordo com Borges (2009), os antioxidantes são caracterizados como compostos ou substâncias que, ao se apresentarem em quantidades inferiores àquela do substrato oxidável, diminuem ou inibem a oxidação dele.

Essas substâncias têm a capacidade de anular a ação de oxidação dos radicais livres. Esses últimos são átomos ou moléculas com elétrons não pareados

atacando outras moléculas para obter elétrons e alcançarem a estabilidade. As moléculas atacadas, por sua vez, tornam-se radicais livres, retomando o processo para obter novos elétrons, estabelecendo assim uma reação em cadeia que pode causar vários danos a um organismo. Dessa forma, os antioxidantes interrompem essas reações em cadeia, ao eliminar os radicais livres e inibindo outras reações de oxidação através da sua própria oxidação, pois eles são frequentemente agentes de redução.

A oxidação lipídica é vista como um dos principais fatores que diminuem a qualidade dos alimentos. Segundo Abreu (2013), ela atua no desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis, fazendo com que os alimentos se tornem inapropriados para consumo. Em adição a isso, provoca ainda alterações que afetam não só a qualidade nutricional, mas a integridade e segurança dos produtos, pois age na formação de compostos poliméricos que são tóxicos. Essa característica intensifica a importância da aplicação de antioxidantes nos alimentos, pois torna viável o seu consumo.

Os antioxidantes apresentam variação tanto na sua estrutura química quanto nos seus mecanismos de ação. Os primários atuam na redução de radicais livres, enquanto os secundários não estão diretamente envolvidos nesse processo. Há ainda as substâncias que são denominadas de sinérgicas, que não possuem atividade antioxidante expressiva, mas que, por meio de combinação adequada, podem potencializar as atividades dos antioxidantes primários (HALLIWELL, 1994; ABREU, 2013).

Atualmente, existe uma numerosa quantidade de compostos, naturais ou sintéticos, que possuem propriedades antioxidantes e, na seleção deles, algumas características são desejadas: eficácia em pequenas concentrações; ausência de efeitos desagradáveis na cor, odor ou sabor; compatibilidade com o alimento; fácil aplicação; estabilidade e produtos atóxicos como resultado final.

Abreu (2013) explica que, dentre os antioxidantes sintéticos mais comuns utilizados na alimentação estão o butil hidroxianisol (BHA), o butil hidroxitolueno (BHT), o galato de propila (GP) e a terc-butil-hidroquinona (TBHQ). A estrutura fenólica desses compostos torna possível a doação de um átomo de hidrogênio ao radical livre, interrompendo o mecanismo de oxidação.

Os antioxidantes BHA e BHT são mais efetivos quando utilizados em gorduras animais. Podem ficar instáveis se expostos a elevadas temperaturas, são sinérgicos quando combinados, com aquele atuando na captura de radicais peróxidos e este último agindo como regenerador dos radicais BHA.

O GP apresenta ótima atividade antioxidante, além de sinergia com o BHA. Entretanto, ele apresenta algumas desvantagens, como o fato de formar precipitado escuro na presença de íons de ferro, ser inadequado para manipulação em altas temperaturas e por ter baixa capacidade de estabilizar certos alimentos, especialmente aqueles que têm gorduras em sua composição (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009; ABREU, 2013).

Finalmente, o TBHQ, considerado o mais eficaz dentre os antioxidantes, resiste bem ao calor e confere grande estabilidade aos produtos finais. Combinado ao ácido cítrico, ele apresenta excelente aplicação em óleos vegetais (MASUCHI, 2008; ABREU, 2013).

Segundo Rutz (1994), os antioxidantes são utilizados, de um modo geral, com dosagens que variam entre 50 a 500 ppm de alimento. Eles apresentam resultados mais efetivos quando são aplicados ainda no início da fase de oxidação, devendo ser adicionados aos alimentos ou rações imediatamente após a obtenção deles.

Os antioxidantes sintéticos são reconhecidos por sua alta eficácia, custo baixo e considerável estabilidade. Contudo, a preocupação com a ocorrência de efeitos tóxicos tem restringido o uso deles em alimentos, bem como a mudança de postura por parte dos consumidores, que têm cada vez mais exigido alimentos mais saudáveis, contribuindo com o incentivo à indústria pela substituição de aditivos sintéticos por compostos naturais (GOULART, 2009; ABREU, 2013).

Nas últimas décadas, os antioxidantes naturais vêm adquirindo maior importância, tanto para emprego na indústria farmacêutica quanto na indústria alimentícia, devido à necessidade de se substituir os antioxidantes sintéticos cujo uso tem se tornado cada vez mais restrito por causa do seu potencial tóxico. Os antioxidantes naturais são isolados de diferentes partes das plantas e as pesquisas apontam que seu grande potencial antioxidante se relaciona, principalmente, à presença de compostos fenólicos (BORGES, 2009).

Esses compostos podem ser divididos em dois grupos: o grupo dos flavonoides e o dos não flavonoides, e ambos são metabólitos secundários que podem ser encontrados em frutas e vegetais. Os flavonoides compõem um grupo de pigmentos e são responsáveis pelas colorações azul, vermelha e amarela em espécies de frutas e vegetais. Eles são caracterizados por possuírem um esqueleto base que contém 15 átomos de carbono do tipo 2-fenil benzopirona. Já os não flavonoides constituem os

compostos fenólicos mais simples, tais como os ácidos benzoicos (BOBBIO, BOBBIO, 1995).

Segundo Rutz (1994), a vitamina E é o antioxidante natural mais amplamente conhecido. Ela age protegendo os ácidos graxos, especialmente nos fosfolipídios, dos ataques de radicais livres e da oxidação, fornecendo elétrons e evitando a formação de peróxidos. O ácido ascórbico ou vitamina C também age como antioxidante natural, fornecendo hidrogênio e, por isso, funcionando como um eficaz sinergista quando associado à vitamina E.

De acordo com Abreu (2013), os produtos derivados da produção avícola apresentam um perfil lipídico que favorece a oxidação devido às altas taxas de concentração de ácidos graxos poliinsaturados. Segundo o autor, os processos oxidativos afetam o sabor, a cor, a textura e o valor nutricional, levando à diminuição da vida útil desses alimentos. Nos derivados da carne, além dos lipídios insaturados, outros fatores como moagem, incorporação de ar, presença de pigmentos heme e altas temperaturas durante o processamento também contribuem para a oxidação lipídica. No caso dos ovos em casca, embora os lipídios não sejam facilmente oxidados, mesmo durante o armazenamento, a oxidação é facilitada quando os ovos são processados, especialmente se altas temperaturas estão envolvidas. A fim de evitar os efeitos indesejáveis da oxidação nesses alimentos, os antioxidantes naturais têm sido diretamente adicionados aos produtos derivados, ou, em alguns casos, incorporados à dieta das aves (ABREU, 2013).

Diversos estudos têm sido conduzidos a respeito do uso de compostos fenólicos com o intuito de promover a estabilidade lipídica. Nesse sentido, os antioxidantes naturais vêm sendo cada vez mais utilizados, com resultados atrativos na manutenção da estabilidade oxidativa, apresentando efeitos similares àqueles dos antioxidantes sintéticos.

O  $\alpha$ -tocoferol é reconhecido como o antioxidante natural mais utilizado na alimentação animal para aumentar a estabilidade oxidativa dos ovos e diminuir a oxidação associada ao processo de desidratação e ao armazenamento deles (ABREU, 2013).

Chen *et al.* (1998) utilizaram  $\alpha$ -tocoferol na ração de poedeiras, em concentrações de 0 a 120 ppm, constataram que o nível que promoveu maior estabilidade lipídica nos ovos foi o de 60 ppm. Cherian, Wolfe e Sim (1996) utilizaram

$\alpha$ -tocoferol adicionado a óleo de peixe na ração de poedeiras para impedir a oxidação lipídica durante a fase de estocagem dos ovos. Depois de 40 dias do processo, foi observado que os índices de TBARS (Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico) nos ovos que receberam a adição de  $\alpha$ -tocoferol foram menores que aqueles apresentados no grupo de controle.

Galobart *et al.* (2001) utilizaram o extrato de alecrim (500 e 1000 ppm) para comparar os efeitos atingidos aos daqueles encontrados a partir do uso de  $\alpha$ -tocoferol (200 ppm) no que diz respeito à estabilidade oxidativa de ovos adicionados de  $\omega$ -3. Os resultados encontrados demonstraram que o  $\alpha$ -tocoferol impediu a oxidação, enquanto que o extrato de alecrim não apresentou nenhum efeito significativo. Os autores ressaltaram que não se pode concluir que o extrato de alecrim não é um antioxidante eficiente quando suplementado em rações de poedeiras, porque alguma atividade antioxidante foi encontrada quando doses mais elevadas do extrato foram utilizadas.

O efeito da inserção de orégano, alecrim, açafraão e  $\alpha$ -tocoferol sobre a estabilidade dos ovos foi avaliado por Botsoglou *et al.* (2005), que observaram a ocorrência de diferenças na oxidação lipídica a partir do uso de cada substância, com o orégano apresentando melhores resultados que o extrato de alecrim. Esses autores também concluíram que o extrato de tomilho foi eficiente para manter a estabilidade lipídica dos ovos (armazenados durante 60 dias a uma temperatura de 4°C). Parpinello *et al.* (2006) observaram que a inclusão do extrato de alecrim em rações enriquecidas com  $\omega$ -3 foi eficiente na manutenção das características sensoriais dos ovos.

Para Borges (2009), pode-se afirmar que a atividade antioxidante de um composto natural testado é influenciada por fatores variados, tais como: região na qual a planta foi cultivada, o substrato lipídico usado no ensaio, o solvente utilizado, a técnica de extração que foi empregada, se a fonte natural testada encontra-se em pó, em extrato ou fração isolada.

## **2.5 Aditivos fitogênicos**

Aditivos fitogênicos são produtos originados das plantas, também chamados de fitobióticos ou nutracêuticos. Eles compreendem um imenso grupo de ervas, especiarias e derivados, como os óleos essenciais, óleo-resinas e extratos (WINDISCH *et al.*, 2008). Além disso, fazem parte desse grupo os ácidos orgânicos, que podem ser

encontrados em muitas plantas. Os mais utilizados como promotores são, segundo Bertechini (2012), fumárico, cítrico e láctico.

Esses aditivos são adicionados à dieta dos animais com o objetivo de multiplicar sua produtividade e melhorar a qualidade dos alimentos derivados deles, junto com melhoras na qualidade da ração e das condições de higiene destinadas a eles (MARCINČAK *et al.*, 2011).

Os efeitos positivos dos aditivos fitogênicos estão ligados aos princípios ativos desses extratos vegetais, que se encontram nas plantas ou em partes específicas delas, conferindo a elas poder terapêutico. Eles estão presentes em maior quantidade nas plantas, mas pesquisas indicam que os componentes secundários, que se apresentam em menores quantidades, atuam na potencialização dos efeitos desses princípios ativos (KAMEL, 2000).

Ainda segundo Kamel (2000), espécies como *Hypericum perforatum* (hipérico), *Allium sativum* (alho), *Origanum majorana* (manjerona), *Thymus vulgare* (orégano), *Menta piperita* (hortelã), *Rosmarinus officinalis* (alecrim), *Thymus vulgaris* (tomilho), *Juniperus communis* (zimpro), *Capsicum annuum* (pimenta vermelha) e *Allium cepa* (cebola) atraíram o interesse dos estudiosos da área da nutrição animal, pois apresentam princípios ativos que podem ser benéficos aos animais.

Como apontam Almeida *et al.* (2012), os principais benefícios encontrados nos aditivos naturais são: atividade antioxidante, o aumento da palatabilidade da ração, o estímulo da produção de enzimas endógenas, melhoria na digestibilidade e absorção de nutrientes, modificação da microbiota intestinal, modificação morfo-histológica do trato gastrintestinal e melhora na resposta imune, além da ajuda na redução de infecções subclínicas.

Contudo, o uso dos fitogênicos na alimentação animal não é de um todo permitido, e eles são comumente considerados como produtos adicionados à ração de animais saudáveis com função nutricional durante o período de criação (ao contrário dos medicamentos veterinários, que são utilizados durante um período específico em animais com problemas de saúde). Na União Europeia, por exemplo, para que possam ser utilizados na nutrição animal, os aditivos fitogênicos devem possuir eficiência comprovada de seus efeitos, apresentarem segurança aos animais, aos responsáveis pelo manejo deles, aos consumidores dos produtos derivados e, finalmente, ao meio ambiente (WINDISCH *et al.*, 2008).



## 2.6 Considerações gerais sobre o ácido anacárdico

O Brasil é conhecido mundialmente por sua biodiversidade e pela importância das plantas que podem ser aqui encontradas para a produção de fármacos com diferentes aplicações.

As espécies que compõem as plantas da família *Anacardiaceae* têm sido cada vez mais objeto de estudo na procura por substâncias bioativas. Os lipídios fenólicos em questão são encontrados em espécies do gênero *Anacardium*, *Rhus*, *Mangifera* e em vários outros gêneros da família. Na sua estrutura são observados grupos aromáticos e alifáticos que apresentam comportamento hidrofílico e lipofílico. Esses metabólitos são normalmente caracterizados pela presença de um grupo fenol que está ligado a uma cadeia alquílica através de um número ímpar de carbonos (ABREU, 2013).

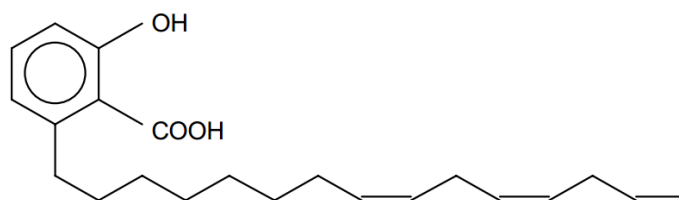
De acordo com Santos e Magalhães (1999), o gênero *Anacardium* possui onze espécies conhecidas e a *Anacardium occidentale* (caju) é o seu representante mais difundido. Além de ser extremamente popular devido ao seu sabor e ao valor nutricional atribuído a suas amêndoas e pedúnculos, o caju é uma cultura de imensa importância socioeconômica no Brasil, pois seus derivados são produtos muito valorizados no mercado internacional.

O ácido anacárdico é um composto fenólico que pode ser encontrado nas diferentes partes do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e, em maior proporção, na castanha de caju, sendo apontado como um composto que apresenta várias atividades biológicas, como, por exemplo, atividade antitumoral, atividade inibidora contra certas bactérias e atividade antioxidante (KUBO *et al.* 1993).

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. Ele é um composto fenólico derivado do ácido salicílico com 15 a 17 átomos de carbono em sua cadeia alquílica. Os grupos alquílicos variam no comprimento da cadeia de carbonos, bem como no índice de insaturação delas (cadeias mono, di ou triinsaturadas são mais comuns). Esse ácido é, portanto, uma mistura de moléculas que podem ser saturadas ou insaturadas e que vai depender da espécie da planta onde elas são encontradas (NAIR *et al.*, 1983).

**Figura 1** - Estrutura química do ácido anacárdico triinsaturado.

Fonte: AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2005.



### 2.6.1 Obtenção do anacardato de cálcio

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, ou a frio.

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).

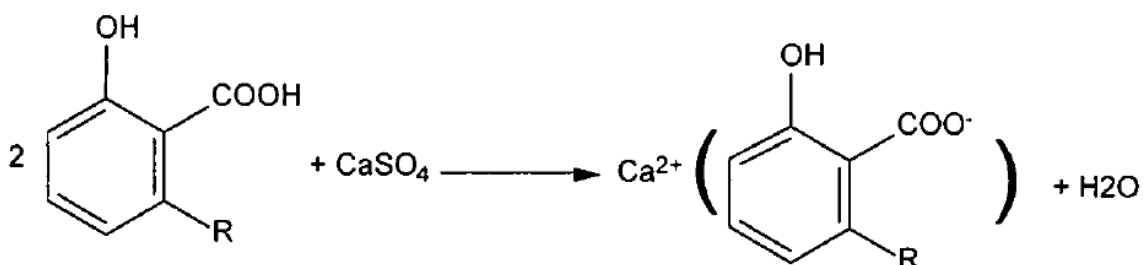
Um típico material extraído com solvente (LCC natural) contém ácido anacárdico (60-65%), cardol (15-20%), cardanol (10%) e traços de 2-metil cardol. Já a composição do LCC técnico pode mudar e ter um maior conteúdo de cardanol (83-84%), menos cardol (8-11%), 10% de materiais poliméricos e 2% de 2-metil cardol, não apresentando ácido anacárdico, pois estes são instáveis termicamente (LUBIC, 2003; VIEIRA, 2007).

O isolamento do ácido anacárdico pode ser realizado por meio da precipitação de anacardato de cálcio (AC). A obtenção do anacardato de cálcio dá-se em um Becker de 4L com adição de 550mL de LCC, 150mL de água destilada e 2850mL de etanol sob agitação por 4h e aquecido a 50°C, sob monitoramento constante da temperatura. Ao longo do procedimento, obedecendo a um intervalo de 10 minutos, são incorporados à mistura 250g de hidróxido de cálcio. Após decantação por 1 hora, retira-se o sobrenadante e adiciona-se 800mL de etanol sob agitação e aquecimento por 1 hora

quando também deverá descansar por igual período para a retirada do sobrenadante. Realiza-se todo o procedimento por mais uma vez para obter uma lavagem eficaz. O precipitado anacardato de cálcio é encaminhado para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e então é moído e peneirado (adaptado de PARAMASHIVAPPA *et al.*, 2001). Durante este processo, o ácido anacárdico reage com o hidróxido de cálcio formando o anacardato de cálcio, segundo a equação da reação:

**Figura 2** - Reação do ácido anacárdico com o hidróxido de cálcio.

Fonte: MOHAMADE *et al.*, 2002.



## 2.7 Ações biológicas do ácido anacárdico

O ácido anacárdico tem sido amplamente estudado em pesquisas feitas com animais em laboratório, como o objetivo de verificar os efeitos de suas atividades biológicas em benefício da saúde humana. Suas ações biológicas observadas são: atividade antitumoral, antiacne, antibacteriana, moluscocida, antifúngica, antioxidante e também a habilidade de inibir as enzimas tirosinase, prostaglandina sintase e lipoxigenase (TOYOMIZU *et al.*, 2003).

### 2.7.1 Atividade antimicrobiana

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 bactérias.

Estudando a ação antimicrobiana do ácido anacárdico, Gellerman *et al.* (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.

De acordo com Narasimhan *et al.* (2008), ao investigarem os efeitos antibacterianos do ácido anacárdico em produtos de tomate inoculados com *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ou *Escherichia coli*, armazenados à temperatura ambiente, o ácido apresentou atividade contra bactérias do tipo gram-positivas e do tipo gram-negativas, agindo como conservantes potenciais de derivados de tomates e podendo ser considerado, inclusive, uma alternativa natural em substituição dos conservantes sintéticos.

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*.

### **2.7.2 Atividade inibidora de enzimas**

O ácido anacárdico tem sido estudado pela sua capacidade em inibir algumas enzimas, como prostaglandina endoperoxido sintase (GRAZZINI *et al.*, 1991), alfa-glucosidase, invertase e aldose redutase (TOYOMIZU *et al.*, 1993), tirosinase (KUBO *et al.*, 1994) e histona acetiltransferase (SUNG *et al.*, 2008).

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) verificaram ação inibidora do ácido anacárdico sobre as enzimas lipoxigenases.

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*.

### **2.7.3 Atividade antioxidante**

Para Kubo *et al.* (2006), o ácido anacárdico apresenta atividade antioxidante e seus compostos fenólicos podem atuar de variadas formas. Eles podem evitar que íons metálicos de transição comecem o processo de oxidação, atuar na inativação dos intermediários desse processo e ainda podem inibir muitas enzimas que auxiliam o processo de oxidação. O ácido anacárdico que apresenta três ligações duplas na cadeia lateral alquila é o que tem maior capacidade antioxidante e de inibição de enzimas.

A capacidade antioxidante dos ácidos anacárdicos, dos cardanóis e cardóis encontrados nos pedúnculos do caju, na castanha e também no LCC foram investigados por Trevisan *et al.* (2006). Os autores observaram que os ácidos anacárdicos apresentam capacidade antioxidante maior com relação aos cardanóis e cardóis. Eles sugeriram que a capacidade antioxidante desse ácido está muito mais relacionada à inibição da produção de superóxido do que à eliminação de radicais hidroxila.

Embora os estudos disponíveis indiquem que o ácido anacárdico possui excelente capacidade antioxidante, uma investigação sobre os efeitos dele quando aplicado a rações de poedeiras no que diz respeito ao comportamento e à produtividade dessas aves se faz necessária, envolvendo questões de concentração adequada, influência do sistema lipídico, condições de processamento e estocagem (ABREU, 2013).

## **2.8 Ácido anacárdico na alimentação animal**

Odunsi e Oyewole (1996) utilizaram óleo de palma (OP) e óleo de castanha de caju (OCC) como suplementos energéticos (em substituição do milho utilizado na dieta controle) em dietas de frangos de corte apenas na fase inicial, em três níveis (10,

25 e 50g/kg). Os resultados na fase final indicaram que as aves alimentadas com OP tiveram o mesmo desempenho do grupo controle, enquanto aquelas alimentadas com quantidades crescentes de OCC tiveram seu consumo de ração e ganho de peso reduzidos. A mortalidade e conversão alimentar também foram negativamente afetadas em níveis maiores que 10g/kg. Os autores concluíram, então, que esse óleo deve ser neutralizado antes de ser incorporado em dietas para aves na fase inicial.

A ação do ácido anacárdico no metabolismo energético animal foi investigada por Toyomizu *et al.* (2002) e, segundo os pesquisadores, 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, prejudicando o metabolismo energético. Dessa forma, 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.

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 verificaram que a adição de 0,8% reduziu as lesões nos cecos promovidas pela coccidiose (doença que afeta as células intestinais das aves, diminuindo a absorção de nutrientes).

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. Em ensaio com ratos, Carvalho *et al.* (2010a) verificaram que o ácido anacárdico não produz efeitos mutagênicos e que a dose letal de ácido anacárdico está acima de 2000 mg/kg de peso e doses de até 300 mg/kg podem ser utilizadas satisfatoriamente em ensaios *in vivo*. Carvalho *et al.* (2010b) 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.

Em um estudo sobre os efeitos do líquido da casca da castanha de caju (LCC) sobre o desempenho de frangos de corte, López *et al.* (2012) observaram que o

peso corporal, o consumo de ração, a conversão alimentar e a viabilidade das aves foram semelhantes em todos os tratamentos - controle sem promotor comercial e sem LCC, níveis de inclusão de 0,10 mL, 0,20 mL, 0,30 mL e 0,40 mL de LCC/Kg de ração e com promotor comercial (virgiamicina) - concluindo que o LCC mostrou desempenho e rendimento de abate semelhantes ao promotor de crescimento e reduziu a concentração de *Escherichia Coli* no conteúdo intestinal.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, V. **Efeito antioxidante do ácido anacárdico na estabilidade da gema de ovo in natura e desidratada, e da carne e mortadela de frango.** 2013. 89 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará: UFCE, 2013. 89 p.
- ACHANATH, R. et al. **Antimicrobial derivatives of anacardic acid and process for preparing the same.** Disponível em:  
<http://www.freepatentsonline.com/y2010/0016630.html> Acesso 24/07/2014.
- AGOSTINI-COSTA, T. *et al.* Determinação espectrofotométrica de ácido anacárdico em amêndoas de castanha de caju. **Comunicado Técnico**, EMBRAPA, Brasília, 2005.
- ADAMS, C. Nutricines. **Food components in Health and Nutrition.** Nottingham. Nottingham University Press. 1999.
- 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.
- ALBINO, L. F. T. *et al.* **Criação de codornas para a produção de ovos e carne.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 289p.
- 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.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos.** Editora UFLA, 2012. 259 p.
- BOBBIO, O. *et al.* **Introdução à química dos alimentos.** 2 ed. São Paulo: Varela, 1995. 232 p.
- 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.
- BORGES, A. **Uso de compostos extraídos da manga (*Mangifera indicus*) no controle da oxidação lipídica na carne de frango em produto cárneo tipo mortadela e ovos de consumo.** 2009. 143 p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará: UFCE, 2009. 143 p.
- 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**, v. 35, p. 143-151, 2005.



- BRASIL, 2013. **Legislação**. In: SISLEGIS: Sistema de Legislação Agrícola Federal. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em:  
<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em: 26, Ago. 2014.
- BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.
- CARVALHO, A.L.N; et al. **Acute, subacute toxicity and mutagenic effect of anacardic acid (from *Anacardium occidentale* Linn.) in mice**. Não publicado. 2010a.
- CARVALHO, A.L.N; *et al.* **Antioxidant and anti-inflammatory effects of anacardic acid (from *Anacardium occidentale* Linn.) supplementation in diesel exhaust particles-induced lung inflammation**. Não publicado.2010b.
- CHEN, Y. *et al.*  $\alpha$ -tocopherol content and oxidative stability of egg yolk as related to dietary  $\alpha$ -tocopherol. **Journal of Food Science**, v. 63, p. 919-922, 1998.
- CHERIAN, G. *et al.* Feeding dietary oils with tocopherols. Effects on internal qualities of eggs during storage. **Journal of Food Science**, v. 61, p. 15-18, 1996.
- COSTA, C.H.R. *et al.* Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, Dez. 2007.
- DOSSIÊ ANTIOXIDANTES: Os antioxidantes. 2009. **Revista Food Ingredients Brasil**, nº6. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>>. Acesso em: 23 Ago. 2014.
- 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.
- GALOBART, J. *et al.* Effect of Dietary Supplementation with Rosemary Extract and  $\alpha$ -Tocopheryl Acetate on Lipid Oxidation in Eggs Enriched with  $\omega$ 3-Fatty Acids. **Poultry Science**, v. 80, p. 460-467, 2001.
- GAMA, N. *et al.* Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 499-502, 2000.
- GELLERMAN, J. L. *et al.* Methods for isolation and determination of anacardic acids. **Analytical Chemistry**, v.40, n.4, p.739-743, 1968.
- GRAZZINI, R. *et al.* Inhibition of lipoxygenase and prostaglandin endoperoxide synthase by anacardic acids **Biochemical and Biophysical Research Communications**, 176 (1991), pp. 775–780

- GOULART, M. *et al.* Fontes Naturais de Antioxidantes. **Química Nova**, vol. 32, no 3, 2009.
- HA, T.J. *et al.* Lipoxygenase inhibitory activity of anarcadic acids. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. V. 53, p. 4350-4354, 2005.
- HALLIWELL, B. **Free radicals and antioxidants**: a personal view. *Nutrition Reviews*, New York, v.52, n.8, p.253-265, 1994.
- JESUS, DE. D. N. C. **Avaliação dos efeitos da adição do óleo essencial de orégano (Origanum vulgare) na dieta, sobre a fisiologia e a produtividade de codornas japonesas (Cortunix cortunix japonica)**. 2007. 117p. Dissertação. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.
- KAMEL, C. **A novel look at a classic approach of plant extracts**. *Feed Mix. The International Journal on Feed, Nutrition and Technology*, v. 18, n.6, 2000. p.19-24.
- KUBO, I. *et al.* **Antibacterial activity against Streptococcus mutans of mate tea flavor components**. *J. Agric. Food Chem.* v.41, p.107-111, 1993.
- KUBO I. *et al.* Tyrosinase inhibitors from *Anacardium occidentale* fruits, *J Nat Prod.* 1994;**57**:545–551.
- 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.* Antioxidant activity of anarcadic acids. **Food Chemistry**, v. 99, p 555-562, 2006.
- LIMA, C.A.A. *et al.* Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos 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. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.20, n.3, p. 2000.
- LÓPEZ, C.A.A. *et al.* Effects of cashew nut shell liquid (CNSL) on the performance of broiler chickens. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec** v.64,p.1027-1035, 2012.
- LUBIC, M. *et al.* Copolymerization of cashew nut shell liquid (CNSL) and phenol by condensation with hexamine. **International Journal of Polymeric Materials**, v. 52, p. 793 - 807, 2003.
- MACHADO, A. *et al.* Composto exaurido do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos de corte. **R. Bras. Zootec.** V.36.p.1113-1118, 2007.
- MATOS, J.E.X. *et al.* Solventes para extração do líquido da castanha de caju e compatibilidade ambiental. **Rev. Tecnol. Fortaleza**, v. 29, n. 1, p. 101 - 109, 1998.

MARCINČAK, S. *et al.* **Effect of supplementation of phytogetic feed additives on performance parameters and meat quality of broiler chickens.** Slovenian Veterinary Research, Ljubljana, Jugoslávia, v. 48, n. 1. p. 27-34, 2011.

MASUCHI, M. *et al.* Quantificação de TBHQ (Terc Butil Hidroquinona) e Avaliação Oxidativa em Óleos de Girassol Comerciais. **Química Nova**, vol. 31, no 5, 2008.

MASUOKA, N. *et al.* Characterization of xanthine oxidase inhibition by anacardic acids. **Biochimica et Biophysica Acta**, 1688, 245–249. 2004.

MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na produção de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. p.141-157.

MURAKAMI, A. E. *et al.* **Produção de codornas japonesas.** Jaboticabal: Funep-Unesp, 1998. 79p.

NAIR, R. *et al.* **Phytochemistry**, v. 22, p. 318, 1983.

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.

NUNES, A. D. **Influencia do uso de aditivos alternativos a antimicrobianos sobre o desempenho, morfologia intestinal e imunidade de frangos de corte** [online]. 2008. 112 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-19032008-134523/pt-br.php>. Acesso em: 22 ago. 2014.

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

OLIVEIRA, E.G. Pontos críticos no manejo e nutrição de codornas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, p.71-96, 2001.

PARAMASHIVAPPA, R. *et al.* Novel method for isolation of major phenolic constituents from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut shell liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 2548-2551, 2001.

PARPINELLO, P. *et al.* Sensory evaluation of egg products and eggs laid from hens fed diets with different fatty acid composition and supplemented with antioxidants. **Food Research International**, v. 39, p. 47-52, 2006.

PENZ, A. M. *et al.* Ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícolas, 1993, Santos. **Anais:** Campinas: FACTA, 111-119. 1993.

- PINTO, R. *et al.* Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 35. Botucatu. **Anais...** 2002. p. 147-149.
- REIS, L.F.S.D. **Codornizes, criação e exploração.** Lisboa, Agros. 10. 1980. 222p.
- RUTZ, F. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1994. p. 73-84.
- SANTOS, L. *et al.* Utilisation of cashew nut shell liquid from *Anacardium occidentale* as starting material for organic synthesis: a novel route to lasiodiplodin from cardols. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 10, n.1, p.13-20, 1999.
- SCHWARZ, K. **Substituição de antimicrobianos por probióticos e prebióticos na alimentação de frangos de corte.** Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná. 46p. 2002.
- SILVA, J. A. *et al.* Sanitização de Carcaças de Frango com Soluções de Ácidos Orgânicos Comerciais e Suco de Limão. **Revista Tec. Carnes. Campinas, SP**, v.3, n.1, p.19-26, 2001.
- SNYDER, C. H. **The extraordinary chemistry of ordinary things.** 2<sup>a</sup> ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1995.
- SUNG, B. *et al.* Anacardic acid (6-nonadecyl salicylic acid), an inhibitor of histone acetyltransferase, suppresses expression of nuclear factor-kappaB-regulated gene products involved in cell survival, proliferation, invasion, and inflammation through inhibition of the inhibitory subunit of nuclear factor- $\kappa$ B $\alpha$  kinase, leading to potentiation of apoptosis. **Blood**, 111 (10), pp. 4880–4891, 2008.
- 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.
- TOYOMIZU, M. *et al.* a-Glucosidase and aldose reductase inhibitors: constituents of cashew, *Anacardium occidentale*, nut shell liquids. **Phytotherapy Research**, v. 7, p. 252–254, 1993.
- 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.
- 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 fat pads in rats. **Animal Science Journal**, v.74, p. 499-504, 2003b.

TREVISAN, S. *et al.* Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, n. 2, 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**. 89 f. Dissertação (mestrado em química) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

WINDISCH, W. *et al.* Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86 (Suppl.). p.140-148, 2008.

## **CAPÍTULO II**

### **ANACARDATO DE CÁLCIO COMO FONTE DE ÁCIDO ANACÁRDICO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da avicultura no país está relacionado ao uso de aditivos antimicrobianos, como promotores de crescimento, de uso mais generalizado na produção animal, contribuindo para o aumento do ganho de peso e melhora da conversão alimentar (MENTEN, 2001). Esses aditivos atuam na inibição do crescimento de microrganismos e, conseqüentemente, na melhoria das etapas e dos resultados da produção. Entretanto, às exigências para a substituição dessas substâncias na alimentação animal, cada vez mais freqüente em alguns mercados consumidores, tem estimulado as pesquisas com aditivos alternativos, com propriedades semelhantes, eficácia comprovada e resultados econômicos satisfatórios.

Dentre os aditivos alternativos, os ácidos orgânicos têm sido avaliados para alimentação de aves, com alguns resultados que divergem quanto à eficácia dessa prática na alimentação de poedeiras (BONATO *et al.* 2008; ŚWIĄTKIEWICZ, KORELESKI E ARCZEWSKA ,2010; ÖZEK *et al.* 2011; YOUSSEF *et al.* 2013 ; KAYA *et al.*, 2013).

Nesse contexto, podemos destacar a possibilidade de uso dos ácidos anacárdicos, que são compostos químicos naturalmente encontrados em maior proporção no líquido da casca da castanha de caju, pois algumas ações biológicas destes ácidos têm sido observadas, como atividade antitumoral, antibacteriana, antifúngica, antioxidante e também a habilidade de inibir as enzimas tirosinase, prostaglandina sintase e lipoxigenase (TOYOMIZU *et al.*, 2003).

O potencial antitumoral do ácido anacárdico presente no suco de caju, foi demonstrado por Kubo *et al.* (1993), os quais sugeriram que o consumo contínuo do pedúnculo, assim como de seus subprodutos, durante períodos demorados pode ser benéfico no controle de tumores. De acordo com Wang *et al.* (1998) e Itokawa *et al.* (1987), o ácido anacárdico pode ser associado ao tratamento e à prevenção de doenças cerebrovasculares, cardiovasculares e tumorogênicas.

A ação dos ácidos anacárdicos na inibição do crescimento de microrganismos vem sendo estudada há algum tempo (GELLERMAN *et al.*, 1968; KUBO *et al.*, 1987; LIMA *et al.*, 2000; NARASIMHAN *et al.*, 2008; ACHANATH *et al.*, 2010) com resultados positivos no controle de diversos agentes infecciosos, principalmente bactérias.

Eles apresentam, ainda, atividade antioxidante, evitando que íons metálicos de transição comecem o processo de oxidação, atuando na inativação dos intermediários desse processo e ainda inibindo muitas enzimas que auxiliam o processo de oxidação (TREVISAN *et al.*, 2006).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da adição de anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico na ração de codornas japonesas em postura.



## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Delineamento experimental**

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza – Ceará de 17 de setembro a 10 de dezembro de 2013.

O período experimental foi de 84 dias divididos em quatro períodos de 21 dias. As aves foram alojadas em um galpão de produção com gaiolas de arame galvanizado (33 cm x 23 cm x 16 cm), dispostas em sistema piramidal, que dispunham de comedouros tipo calha de chapa galvanizada, bebedouro tipo nipple e coletor de ovos.

Foram utilizadas 252 codornas japonesas em fase de postura com 22 semanas de idade e peso médio inicial de 181 gramas. As aves foram distribuídas uniformemente nas gaiolas com base no peso e produção de ovos, de modo que todas as repetições continham aves com pesos e produção de ovos similares, conforme recomendações de Sakomura e Rostagno (2007).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições de sete aves por parcela.

Durante o período experimental, os dados de temperatura foram coletados no início da manhã e no final da tarde. As temperaturas foram registradas por intermédio de termômetros de máxima e mínima. A contagem e coleta de ovos foi realizada diariamente às 08:00h. Durante todo o experimento, as rações e água foram oferecidas à vontade. O programa de luz utilizado foi de 16 horas (natural e artificial).

### **2.2 Rações experimentais**

Os tratamentos aplicados foram: T1 - ração sem promotor de crescimento; T2 - ração com promotor de crescimento; T3, T4, T5 e T6 - rações sem promotor de crescimento e adição de 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0% de anacardato de cálcio (AC), respectivamente.

As rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas para serem isonutrientes e isoenergéticas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas

pelo NRC (1994). Para o cálculo das mesmas, foram considerados os valores nutricionais dos ingredientes apresentados 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 de diferentes partes da castanha de caju, conforme metodologia apresentada por Trevisan *et al.* (2006). Esse produto foi produzido no Laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará.

**Tabela 2.** Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais

Ingredientes	Rações experimentais					
	Sem PC <sup>1</sup>	Com PC	0,25% de AC <sup>2</sup>	0,50% de AC	0,75% de AC	1,00% de AC
Milho	53,13	53,13	53,13	53,13	53,13	53,13
Farelo de soja (45%)	34,76	34,76	34,76	34,76	34,76	34,76
Anacardato de cálcio	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Óleo de Soja	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55
Fosfato Bicálcico	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
Calcário	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23
Premix <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sal comum	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Inerte	1,00	0,90	0,75	0,50	0,25	0,00
DL-metionina	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Halquinol	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
BMD <sup>4</sup> (11%)	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada						
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína Bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Cálcio (%)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Lisina total (%)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Met+Cis total (%)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Metionina total (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Treonina total (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Triptofano total (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

<sup>1</sup>PC-promotor de crescimento; <sup>2</sup>AC –anacardato de cálcio;<sup>3</sup>Premix-Níveis de garantia por Kg do produto: vitamina A (min) 5.500.000 UI, vitamina B1 (min) 500mg, vitamina B12 (min) 7.500mcg, vitamina B2 (min) 2,502mg, vitamina B6 (min) 750mg, Vitamina D3 (min) 1.000.000 UI, Vitamina E (min) 6.500 UI, Vitamina K3 (min) 1.250mg, Biotina (min) 25mg, Niacina (min) 17,5g, Ácido fólico (min) 251 mg, Ácido pantotênico (min) 6.030mg, Cobalto (min) 50mg, Cobre (min) 3.000mg, Ferro (min) 25g, Iodo (min) 500mg, Manganês (min) 32,5g, Selênio (min) 100.05mg, Zinco (min) 22,49g. <sup>4</sup>BMD-Bacitracina Metileno Disalicilato.

### 2.3 Avaliação do desempenho das aves

As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), percentagem de postura (%/ave/dia), peso de ovo (g), massa de ovo (g/ave/dia) e conversão alimentar (g de ração/g de ovo).

O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração ofertada e a sobra ao final de cada período. A produção de ovos foi registrada diariamente por gaiola e no final de cada período foi calculada a produção por repetição.

A determinação do peso médio dos ovos (g) foi realizada dividindo-se o peso total dos ovos coletados pelo número de ovos postos por cada repetição. A pesagem dos ovos foi realizada uma vez por semana em balança semi-analítica com sensibilidade de 0,01g.

A massa de ovo foi calculada a partir do número de ovos produzidos, multiplicado pelo peso médio do ovo por repetição e a conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração e a massa de ovo produzida.

### 2.4 Qualidade externa e interna dos ovos

Para a avaliação da qualidade dos ovos, durante os quatro períodos experimentais, um dia por semana todos os ovos de cada parcela foram coletados, identificados e avaliados em função das variáveis: percentagens (%) de gema, albúmen e casca, Unidades Haugh (UH), densidade específica (g/cm<sup>3</sup>), espessura da casca (mm) e cor de gema.

Para as análises de qualidade, foram selecionados três ovos por parcela, todos dentro da média de peso calculada para aquela parcela.

Inicialmente foram feitas as pesagens para o cálculo da densidade específica (DE) dos ovos, conforme procedimentos descritos por Freitas *et al.* (2004). Para a obtenção do peso do ovo no ar e na água foi montado o sistema de pesagem dos ovos sobre balança semi-analítica com sensibilidade de 0,01g. Os valores do peso do ovo no ar e na água foram anotados para o cálculo da DE através da equação  $DE = PO / (PA \times F)$ , onde: PO = peso do ovo no ar, PA = peso do ovo na água e F = fator de correção da temperatura.

Após a determinação da DE os ovos foram quebrados sobre uma superfície de vidro para a determinação da altura do albúmen com o uso de um micrômetro de profundidade. Os dados da altura do albúmen e do peso dos ovos foram utilizados no cálculo das UH por meio da equação  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$ , onde: H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

Após a medida da altura do albúmen, foi separado o albúmen da gema, sendo essa retirada e pesada. Para se obter o seu percentual, o peso da gema foi dividido pelo peso do ovo, multiplicando-se o valor obtido por 100.

Ao final da quebra dos ovos, as cascas foram separadas, lavadas e postas para secar por um período de 72 horas. Depois de secas foram pesadas em balança semi-analítica com sensibilidade de 0,01g. Para obtenção do percentual, o peso da casca foi dividido pelo peso do ovo, multiplicando-se o valor obtido por 100. O percentual de albúmen foi obtido por diferença, onde: % albúmen = 100 – (% gema + % casca).

Para a determinação da espessura da casca dos ovos, após a pesagem das cascas, foram retirados fragmentos de casca dos polos maior, menor e região equatorial dos ovos para medida da espessura da casca em cada região. A medição foi feita com o uso de um paquímetro digital com divisões de 0,01mm. A espessura da casca foi considerada como a média da espessura obtida nas três regiões do ovo.

Após a pesagem das gemas, as mesmas foram avaliadas quanto à cor, através da comparação visual com o leque colorimétrico da Roche.

## **2.5 Análise estatística dos dados**

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o “Statistical Analyses Sistem” (SAS, 2000). Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA do SAS (2000) 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 1,0% de anacardato de cálcio foram submetidos à análise de regressão. Também foi realizada a comparação de médias entre todos os tratamentos pelo teste SNK (5%).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, as médias de mínima e máxima para a temperatura ambiente foram de 27,49°C e 31,88°C.

Conforme os resultados (Tabela 3), não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis: consumo de ração, produção de ovos, peso de ovo, massa de ovo e conversão alimentar.

**Tabela 3.** Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações com anacardato de cálcio

Tratamentos	Consumo de ração (g/ave/dia)	Produção (%/ave/dia)	Peso do ovo (g)	Massa de ovo (g/ave/dia)	Conversão alimentar (g/g)
Sem PC <sup>1</sup>	22,02	85,94	11,16	9,59	2,30
Com PC	22,78	89,18	11,22	10,00	2,28
0,25% de AC <sup>2</sup>	22,82	88,83	11,40	10,12	2,25
0,50% de AC	23,00	89,58	11,31	10,14	2,27
0,75% de AC	23,02	89,73	11,14	10,00	2,30
1,0% de AC	22,96	88,85	11,24	9,98	2,30
Média	22,78	88,76	11,25	9,98	2,28
Efeitos ANOVA <sup>3</sup>			<i>p</i> -valor		
Tratamento	0,5539	0,8060	0,4618	0,6688	0,6135
	Regressão				
Linear	0,6992	0,6236	0,2788	0,9838	0,5306
Quadrática	0,7374	0,6304	0,4029	0,9357	0,7252
CV <sup>4</sup> (%)	4,20	5,31	2,11	5,65	2,33

<sup>1</sup>PC - promotor de crescimento; <sup>2</sup>AC – anacardato de cálcio; <sup>3</sup>ANOVA – análise de variância; <sup>4</sup>CV – coeficiente de variação.

Normalmente, entre os fatores que são associados à variação no consumo de ração das aves, têm sido destacadas as alterações no nível de energia metabolizável e na palatabilidade da ração.

Como as aves normalmente regulam a ingestão de ração para atender suas necessidades energéticas, frequentemente, as modificações na ração que diminuem a sua energia metabolizável resultam em maior ingestão de ração pelas aves, enquanto, o aumento da energia metabolizável da ração pode resultar em menor ingestão de ração. Assim, considerando que as rações foram formuladas para serem isoenergéticas, é

possível inferir que a adição de anacardato de cálcio até 1% ou de promotor de crescimento antibiótico não influenciou o aproveitamento da energia pelas aves, uma vez que não houve alteração no consumo de ração entre os diferentes tratamentos.

A relação existente entre a exigência energética e o consumo alimentar é muito importante para a composição de rações, pois o consumo de nutrientes é regulado pela energia pré-determinada. Murakami (1993) realizou testes em codornas japonesas em fase inicial de postura com quatro níveis de energia (2.500, 2.700, 2.900 e 3.100 kcal de EM/kg de ração) e concluiu que o aumento do nível energético levou à redução do consumo de ração, da porcentagem de postura e do peso dos ovos, recomendando 2.700 kcal de EM/kg de dieta como nível satisfatório. Como as rações foram consideradas isoenergéticas, as codornas puderam atender suas exigências nutricionais no tocante ao teor de energia sem alterar o consumo de ração.

A palatabilidade é outro fator que pode influenciar o consumo de ração das aves (LEESON & SUMMERS, 2001). Alguns ingredientes podem modificar o sabor e odor dos alimentos, tornando-os menos palatáveis e, conseqüentemente, diminuindo o consumo pelos animais (RACANICCI *et al.*, 2004). Assim, a ausência de efeito significativo da adição de anacardato de cálcio no consumo de ração, indica que a adição deste produto até o nível de 1% na ração não promove mudanças na palatabilidade da ração a ponto de influenciar na ingestão de alimento pelas codornas em produção.

O atendimento da exigência de energia metabolizável da ave poedeira está diretamente relacionada com a produção de ovos (LESSON & SUMMERS, 1997), enquanto as exigências em proteína e aminoácidos estão relacionadas com o tamanho ou peso do ovo (MURAKAMI, 2002). Dessa forma, como as rações foram formuladas para serem isoenergéticas, isoprotéicas e isoaminoacídicas e as codornas submetidas aos diferentes tratamentos não apresentaram modificações significativas, pode-se afirmar que as aves submetidas aos diferentes tratamentos tiveram as suas exigências em energia metabolizável, proteína e aminoácidos atendidas, uma vez que a porcentagem de postura e o peso dos ovos não variaram significativamente entre os tratamentos. Os resultados obtidos para massa de ovos e conversão alimentar são reflexo direto dos resultados obtidos para a produção de ovos e peso dos ovos.

Na literatura, entre as diversas ações biológicas do ácido anacárdico, são relatados efeitos antioxidante e antibacteriano. Dessa forma, com a adição do

anacardato de cálcio, esperava-se que a após a dissociação desse sal de cálcio no trato digestório das codornas, estas fossem beneficiadas por essa ações melhorando o desempenho semelhante ao que tem sido relatado na literatura para a adição de ácidos orgânicos (GAMA *et al.* 2000; BONATO *et al.* 2008; YOUSSEF *et al.* 2013) ou extratos vegetais com ação promotora do desempenho e antioxidante (ALÇIÇEK *et al.*, 2003, 2004) na alimentação de poedeiras, entretanto, esses benefícios não se confirmaram.

Na literatura, também, são relatados ausência de benefícios no desempenho da adição de ácidos orgânicos (ŚWIĄTKIEWICZ, KORELESKI E ARCZEWSKA ,2010; ÖZEK *et al.* 2011; KAYA *et al.*, 2013) ou extratos vegetais (ÖZEK *et al.*, 2011) na alimentação de poedeiras, assim como, problemas para adição de alguns ácidos ou misturas de ácidos orgânicos em função da dose adicionada na ração (SOLTAN, 2008).

Na avaliação da qualidade dos ovos (Tabela 4), verificou-se que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as percentagens de gema, albúmen e casca, unidades Haugh, densidade específica, espessura da casca e cor da gema.

**Tabela 4.** Componentes e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações com anacardato de cálcio.

Tratamentos	G <sup>1</sup> (%)	A <sup>2</sup> (%)	C <sup>3</sup> (%)	UH <sup>4</sup>	DE <sup>5</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	EC <sup>6</sup> (mm)	Cor da Gema
Sem PC <sup>7</sup>	30,60	61,38	8,02	90,21	1,075	0,20	4,60
Com PC	30,29	61,76	7,94	90,38	1,072	0,21	4,60
0,25% de AC <sup>8</sup>	30,61	61,37	8,01	90,10	1,073	0,20	4,46
0,50% de AC	30,71	61,30	7,99	90,92	1,072	0,20	4,48
0,75% de AC	31,19	60,85	7,97	90,66	1,072	0,20	4,61
1,00% de AC	30,79	61,19	8,02	90,27	1,073	0,20	4,61
Média	30,70	61,31	7,99	90,43	1,072	0,20	4,56
Efeitos ANOVA <sup>9</sup>	<i>p</i> -valor						
Tratamento	0,2011	0,2550	0,9669	0,5769	0,4000	0,1617	0,3300
Regressão							
Linear	0,2642	0,3630	0,5978	0,0597	0,5627	0,9518	0,5317
Quadrática	0,3273	0,4374	0,5869	0,0599	0,5046	1,000	0,8042
CV <sup>10</sup> (%)	1,87	1,01	2,32	0,95	0,22	2,36	3,48

<sup>1</sup>G (%) – percentagem de gema; <sup>2</sup>A (%) – percentagem de albúmen; <sup>3</sup>C (%) – percentagem de casca; <sup>4</sup>UH – unidade Haugh; <sup>5</sup>DE – densidade específica; <sup>6</sup>EC – espessura de casca; <sup>7</sup>PC – promotor de crescimento; <sup>8</sup>AC – anacardato de cálcio; <sup>9</sup>ANOVA – análise de variância; <sup>10</sup>CV – coeficiente de variação.

Em aves saudáveis, as alterações nos constituintes dos ovos e, conseqüentemente, na sua qualidade estão associadas à disponibilidade de nutrientes para a formação de cada constituinte. Costa *et al.* (2004) relataram que os sólidos do albúmen do ovo são quase inteiramente protéicos, dessa forma a demanda de proteína e aminoácidos é grande e, portanto, uma carência de proteína resultará em decréscimo da quantidade de albúmen e, conseqüentemente, do tamanho do ovo. A deficiência em minerais, principalmente o cálcio, pode afetar a proporção e qualidade da casca (ŚWIĄTKIEWICZ, KORELESKI E ARCZEWSKA, 2010). Nesse contexto, pode-se associar a ausência de efeito significativo dos tratamentos sobre os constituintes e qualidade dos ovos ao atendimento das exigências das aves, visto que as rações foram formuladas para serem isonutrientes e não houve variação significativa no consumo de ração.

Os resultados de alguns estudos têm sugerido que a adição de ácidos orgânicos melhoram o desempenho (GAMA *et al.*, 2000; KADIM *et al.*, 2008; SOLTAN, 2008), alguns parâmetros de qualidade interna dos ovos (YALCIN *et al.*, 2000; SOLTAN, 2008; ÖZEK *et al.*, 2011) e a utilização de minerais pelas aves, melhorando a qualidade da casca dos ovos (SOLTAN, 2008; ŚWIĄTKIEWICZ, KORELESKI E ARCZEWSKA 2010; KAYA *et al.* 2013). Para os pesquisadores, esses efeitos estão associados à redução do pH do trato digestório, aumento da dissociação dos minerais e da atividade de enzimas digestivas. Por outro lado, a melhora em alguns parâmetros de qualidade interna dos ovos tem sido relatada com a adição de extratos vegetais na ração (ÖZEK *et al.* 2011). Dessa forma, a ausência de efeito significativo sobre os constituintes e qualidade interna e da casca dos ovos, indicam que esses benefícios não ocorreram com a adição do anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico na ração das codornas.

Vale ressaltar que assim como para o desempenho, também são relatados ausência de benefícios da adição de ácidos orgânicos (YESILBAG E ÇOLPAN, 2006; ŚWIĄTKIEWICZ, KORELESKI E ARCZEWSKA, 2010; KAYA *et al.*, 2013) ou extratos vegetais (BOTSOGLOU *et al.*, 2005; FLOROU-PANERI *et al.*, 2005 ) sobre a qualidade interna dos ovos, assim como, dos ácidos orgânicos (MAHDAVI *et al.*, 2005) e extratos vegetais (ÖZEK *et al.* 2011) na qualidade da casca. Também são relatados problemas para adição de alguns ácidos ou misturas de ácidos orgânicos em função da dose adicionada na ração (GAMA *et al.*, 2000).



Quanto à cor de gema, a ausência de influência significativa da inclusão do anacardato de cálcio era esperada, devido à existência de componentes pigmentantes em sua constituição. Yesilbag & Colpan (2006) e Park *et al.* (2009) não observaram efeito da adição de ácidos orgânicos na coloração da gema dos ovos.

No geral, os resultados da presente pesquisa indicam que a utilização de promotor de crescimento antibiótico, assim como, a inclusão de anacardato de cálcio não foi capaz de melhorar o desempenho e a qualidade dos ovos das codornas na fase de produção. Entretanto, há de se considerar que o bom desempenho das aves alimentadas sem aditivo na ração demonstra a ausência de desafio para o aproveitamento de nutrientes da ração e produção de ovos, o que pode ter influenciado para que não fosse observada a ação dos aditivos testados. Considerando que a proporção da ação de um aditivo em beneficiar o animal depende do nível de desafio a que este animal está sujeito no campo (Freitas *et al.*, 2014), pode-se inferir que novos estudos devem ser realizados para avaliar o anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico.

#### **4 CONCLUSÃO**

O anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico, quando adicionado até 1% na ração, não influencia o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas.

## REFERÊNCIAS

ACHANATH, R. *et al.* **Antimicrobial derivatives of anacardic acid and process for preparing the same.** Disponível em:

<<http://www.freepatentsonline.com/y2010/0016630.html>> Acesso em: 24 jul. 2014.

ALÇIÇEK A. *et al.* The effects of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 33, 89-94, 2003.

ALÇIÇEK A. *et al.* The effects of a mixture of herbal essential oil, an organic acid or a probiotic on broiler performance. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 34, 217-222, 2004.

BONATO, M. *et al.* Efeito de acidificantes e extratos vegetais sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 24, n.3, p. 186-192, 2008.

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**, v. 35, p. 143-151, 2005.

BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.

COSTA, *et al.* Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.28, n.6, p. 1421-1427, nov./dez., 2004.

FLOROU-PANERI, P. *et al.* Hen performance and egg quality as affected by dietary oregano essential oil and -tocopheryl acetate supplementation. **International Journal of Poultry Sciences**, 4, 449-454, 2005.

FREITAS, E.F. *et al.* Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.509-512, 2004.

FREITAS, E. R. *et al.* Probióticos e prebióticos na nutrição de monogástricos. In: Nilva Kazue Sakomura; José Huberto Vilar da Silva; Fernando Guilherme Perazzo Costa; João Batista K. Fernandes; Luciano Hauschild. (Org.). **Nutrição de Não Ruminantes**. 1ed.Jaboticabal: FUNEP, 2014, v. 1, p. 485-510.

GAMA, N. *et al.* Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 499-502, 2000.

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

- ITOKAWA, Y. *et al.* Antitumor principles from Ginkgo biloba L. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, v.35, p.16-20, 1987.
- KADIM I, T. *et al.* Effect of acetic acid supplementation on egg quality characteristics of commercial laying hens during hot season. **International Journal of Poultry Science**, 7, 1015–1021, 2008.
- Kaya, H. *et al.* The Effect of Zeolite and Organic Acid Mixture Supplementation in the Layer Diet on Performance, Egg Quality Traits and Some Blood Parameters. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.12, p.782-787, 2013.
- KUBO, I. *et al.* Prostaglandin synthetase inhibitors from the African medicinal plant *Ozoroa mucronata*. **Chemistry Letters**, v.63, p.1101-1104, 1987.
- KUBO, I. *et al.* Antitumor agents from the cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.4, p.1012-1015, 1993.
- LEESON, S. *et al.* **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Ontario: University Books, 1997.
- LEESON, S. *et al.* D. J. **Nutrition of the chicken**. 4<sup>th</sup> ed. Ontario: University Books, p. 413, 2001.
- LIMA, C.A.A. *et al.* Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos 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. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.20, n.3, p. 2000
- MAHDAVI, A.H. *et al.* Effect of probiotic supplements on egg quality and laying hen's performance. **International Journal of Poultry Sciences**, 4: 488-492, 2005.
- MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na produção de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. p.141-157.
- MURAKAMI, A.E. *et al.* Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.541-551, 1993.
- MURAKAMI, A.E. *et al.* Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002a. p.113-120.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences: p.155, 1994.

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 in a hot summer season. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.20, p.575-586, 2011.

PARK K.W. *et al.* Effect of dietary available phosphorus and organic acids on the performance and egg quality of laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, 18, 598-604, 2009.

RACANICCI, A. M. C. *et al.* Antioxidant effect of dittany (*Origanum dictamnus*) in pre-cooked chicken meat balls during chill-storage in comparison to rosemary (*Rosmarinus officinalis*). **European Food Research and Technology**, v.218, p. 521-524, 2004.

ROSTAGNO, H.S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, p. 186, 2011.

SAKOMURA, N. K. *et al.* **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal, SP: FUNEP p. 283, 2007.

SOLTAN, M. Effect of dietary organic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood serum parameters in laying hens. **International Journal of Poultry Sciences**, Faisalabad, v.7, n.6, p. 613-621, 2008.

ŚWIĄTKIEWICZ, S. *et al.* Laying performance and eggshell quality in laying hens fed diets supplemented with prebiotics and organic acids. **Czech Journal of Animal Science**, Praha, v.55, n.7, p. 294-306, 2010.

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.

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, D. *et al.* Inhibitory activity of unsaturated fatty acids and anacardic acids toward soluble tissue factor-factor VIIa complex. **Journal of Natural Products**, v.62, p.1352-1355, 1998.

YALCIN, S. *et al.* Yumurta tavugu rasyonlarında laktik asit kullaniminin bazı yumurta kalite özelliklerine etkisi. NATIONAL ANIMAL NUTRITION CONGRESS, Isparta, Turkey. 4-6 September 2000. p. 600-604.

YESILBAG D. *et al.* Effects of organic acid supplemented diets on growth performance, egg production and quality and on serum parameters in laying hens. **Revue de Médecine Veterinaire**, 157, 280-284, 2006.

YOUSSEF, A. W. *et al.* Effect of probiotics, prebiotics and organic acids on layer performance and egg quality. **Asian Journal of Poultry Science**, v. 7, p.65-74, 2013.