



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**LIDIA SARAH DIAS MARIANO**

**ANACARDATO DE CÁLCIO ASSOCIADO COM ÁCIDO BUTÍRICO NA**  
**ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE**

**FORTALEZA**

**2022**

LIDIA SARAH DIAS MARIANO

ANACARDATO DE CÁLCIO ASSOCIADO COM ÁCIDO BUTÍRICO NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M286a Mariano, Lidia Sarah Dias.  
Anacardato de cálcio associado com ácido butírico na alimentação de codornas de corte / Lidia Sarah  
Dias Mariano. – 2022.  
39 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências  
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

1. Anacardato de cálcio. 2. Ácidos orgânicos. 3. Compostos fenólicos. 4. Tributirina. I. Título.  
CDD 630

---

LIDIA SARAH DIAS MARIANO

ANACARDATO DE CÁLCIO ASSOCIADO COM ÁCIDO BUTÍRICO NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia do Centro  
de Ciências Agrárias da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 30/11/2022

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Dr. Rafael Carlos Nepomuceno (Coorientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Danilo Rodrigues Fernandes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

MS. Valquíria Sousa Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Marli e Luciano.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos. Por me dar forças, saúde e determinação para não desanimar durante essa trajetória. Sola Scriptura, Solus Christus, Sola Gratia, Sola Fide e Soli Deo Gloria.

Aos meus pais Marli Dias Mariano e José Luciano Mariano que permitiram que eu pudesse chegar onde estou com todo o apoio necessário ao longo dos anos. Por acreditarem em mim e no meu sonho.

A minha irmã Livia Marina Dias Mariano por ter me ajudado em momentos difíceis e ter me apoiado nos meus estudos.

Aos meus amigos que vem me animando, dando forças e coragem nos momentos mais decisivos da minha trajetória não apenas acadêmica, mas também pessoal, pois graças às amizades esses anos foram cheios de recordações e momentos que levarei na memória para sempre.

Aos professores do Curso de Graduação em Agronomia e Zootecnia que ajudaram em meu desenvolvimento e por estarem sempre tão abertos à comunicação para os alunos, sempre dispostos a dar tudo que tem em prol do desenvolvimento profissional de seus estudantes, estimulando e dando espaço para o crescimento profissional e abrindo caminhos para novas ideias.

Ao setor de Avicultura da Universidade Federal do Ceará e todos os que fazem parte desta equipe por todo apoio e a estrutura fornecida para a elaboração da parte prática do experimento, em especial aos bolsistas de graduação e pós graduação do setor, pela dedicação em que me acompanharam durante o decorrer do experimento.

Em especial ao professor Ednardo Rodrigues Freitas, por todo o apoio e orientação não somente neste momento, mas no decorrer da graduação, acreditando em mim e me dando oportunidades únicas e engrandecedoras para o crescimento profissional. Pela paciência e empenho durante o decorrer da formação, os meus mais sinceros agradecimentos.

À Rafael Carlos Nepomuceno pelos conselhos, apoio e ajuda na elaboração deste trabalho e por todo o aconselhamento durante estes anos em que estive no aviário, desde como bolsista de iniciação acadêmica em 2019 até concludente em 2022.

À Valquíria Sousa Silva e ao Danilo Rodrigues Fernandes por retirarem um tempo do seu cronograma para me ajudar neste momento, sendo de grande importância para minha formação e fazendo parte de minha banca avaliadora.

À Universidade Federal do Ceará pela possibilidade de cursar a Graduação em Agronomia e por dar todas as oportunidades, infraestrutura, professores, viagens de campo, ajuda de custo, tudo que possibilitou minha chegada até aqui e um futuro promissor.

E a todos aqueles que fizeram parte disto tudo e me ajudaram a chegar onde estou.

## RESUMO

Com objetivo de avaliar os efeitos do uso de diferentes combinações da associação do anacardato de cálcio (ACa) com o ácido butírico (AcB) na ração de codornas de corte, foram utilizadas 480 codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade distribuídas em gaiolas segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3) + 2, totalizando 8 tratamentos com 5 repetições de 12 aves. Os tratamentos foram constituídos por rações obtidas a partir dos fatores estudados que foram: 2 níveis de anacardato de cálcio (2,5 e 5,0 g/kg de ração) e, 3 níveis de inclusão de ácido butírico (0,25; 0,50 e 1,00 g/kg de ração), além de 2 rações controle, negativo e positivo (com promotor de crescimento). Foram avaliados o desempenho zootécnico e as características de carcaça. O resultado da análise de variância dos indicadores de desempenho das aves, que consideraram no modelo todos os tratamentos, mostrou que não houve efeito significativo entre os tratamentos em nenhuma das variáveis. Também não houve interação entre os fatores, níveis de anacardato de cálcio e de ácido butírico, assim como não foi detectado diferença significativa entre os 2 níveis de anacardato de cálcio, bem como, entre os 3 níveis de ácido butírico para nenhum dos parâmetros avaliados. Na avaliação dos parâmetros de carcaça, observou-se que rações contendo as combinações com menor inclusão de anacardato e ácido butírico (2,5 g/kg de ACa + 0,25 g/kg AcB e 2,5 g/kg ACa + 0,50 g/kg AcB) resultaram em aves com fígado menor, enquanto que as combinações com os níveis mais elevados de anacardato de cálcio e ácido butírico (5,0 g/kg de ACa + 0,50 g/kg AcB e 5,0 g/kg de ACa + 1,00 g/kg AcB) provocaram um aumento no tamanho do fígado das aves, sendo que as aves alimentadas com as rações cuja combinações dos dois aditivos ocorreu em concentrações intermediárias (2,5 g/kg ACa + 1,00 g/kg de AcB e 5,0 g/kg ACa + 0,25 g/kg de AcB) tiveram o fígado de tamanho idêntico ao das codornas alimentadas com rações controle negativo e positivo. Por sua vez, a análise dos fatores, mostrou não haver interação significativa entre os fatores para nenhuma das variáveis estudadas. Contudo, observou-se que a maior inclusão de ACa causou aumento do maior tamanho de fígado e que o aumento do nível de AcB promoveu aumento gradativamente do peso relativo do fígado. Conclui-se que a inclusão de anacardato de cálcio e sua associação com ácido butírico na ração de codornas de corte de 7 aos 42 dias de idade não tem influência no desempenho e parâmetros de carcaça das aves, exceto para o tamanho do fígado que foi maior nas combinações com 5,0 g/kg de anacardato de cálcio associado aos níveis de 0,50 e 1,00 g/kg de ácido butírico.



**Palavras-chave:** anacardato de cálcio; ácidos orgânicos; compostos fenólicos; tributirina.

## ABSTRACT

In order to evaluate the effects of using different combinations of the association of calcium anacardate (ACa) with butyric acid (AcB) in diets for broiler quails, 480 broiler quails were used from 7 to 42 days of age. They were distributed in cages according to an entirely randomized design in a factorial scheme  $(2 \times 3) + 2$ , totaling 8 treatments with 5 repetitions of 12 birds. The treatments consisted of diet obtained from the studied factors, which were: 2 levels of calcium anacardate (2.5 and 5.0 g/kg diet) and 3 levels of butyric acid inclusion (0.25, 0.50 and 1.00 g/kg diet), and 2 control diet, negative and positive (with growth promoter). Zootechnical performance and carcass characteristics were evaluated. The result of the analysis of variance of the bird performance indicators, which considered in the model all treatments, showed that there was no significant effect between treatments in any of the variables. There was also no interaction between the factors, calcium anacardate and butyric acid levels, as well as no significant difference was detected between the 2 levels of calcium anacardate, as well as between the 3 levels of butyric acid for any of the parameters evaluated. In the evaluation of the carcass parameters, it was observed that diets containing the combinations with the lowest inclusion of calcium anacardate and butyric acid (2.5 g/kg ACa + 0.25 g/kg AcB and 2.5 g/kg ACa + 0.50 g/kg AcB) resulted in birds with smaller livers, while the combinations with the highest levels of calcium anacardate and butyric acid (5.0 g/kg ACa + 0.50 g/kg AcB and 5, 0 g/kg ACa + 1.00 g/kg AcB) caused an increase in liver size of the birds, and the birds fed the diet whose combination of the two additives occurred at intermediate concentrations (2.5 g/kg ACa + 1.00 g/kg AcB and 5.0 g/kg ACa + 0.25 g/kg AcB) had the liver size identical to that of the quails fed the negative and positive control diet. The factor analysis, in turn, showed no significant interaction between factors for any of the variables studied. However, it was observed that the greater inclusion of ACa caused an increase in the largest liver size and that increasing the level of AcB promoted a gradual increase in relative liver weight. It is concluded that the inclusion of calcium anacardate and its association with butyric acid in the diet of broiler quails from 7 to 42 days of age has no influence on performance and carcass parameters of the birds, except for liver size that was greater in the combinations with 5.0 g/kg of calcium anacardate associated with the levels of 0.50 and 1.00 g/kg of butyric acid.

**Keywords:** calcium anacardate; organics acids; phenolics compounds; tributyrin.

## LISTA DE TABELAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabela 1 — | Composição e níveis nutricionais calculados da ração para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade.....  | 24 |
| Tabela 2 — | Desempenho de codornas europeias de 7 a 42 dias de idade alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (ACa) e ácido butírico (AcB)..... | 27 |
| Tabela 3 — | Parâmetros de carcaça de codornas europeias alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (ACa) e ácido butírico (AcB).....              | 30 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                  |   |
|------------------|---|
| AA               | Ácido anacárdico                          |
| ACa              | Anacardato de cálcio                      |
| AcB              | Ácido butírico                            |
| AGCC             | Ácido graxo de cadeia curta               |
| ANOVA            | Análise de variância                      |
| g                | Gramma                                    |
| GALT             | Tecido linfóide associado ao intestino    |
| HPLC             | Cromatografia líquida de alta performance |
| kg               | Quilograma                                |
| LCC              | Líquido da casca da castanha-de-caju      |
| m                | Metro                                     |
| mg               | Miligramma                                |
| Na <sup>+2</sup> | Sódio                                     |
| pH               | Potencial hidrogeniônico                  |
| SAS              | Statistical Analyses System               |
| SB               | Butirato de Sódio                         |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|   |                  |
|---|------------------|
| ® | Marca registrada |
| % | Porcentagem      |

## SUMÁRIO

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>2</b>   | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>2.1</b> | <b>A coturnicultura de corte.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Ácidos orgânicos na alimentação de aves de corte.....</b>                              | <b>15</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Ácido butírico na alimentação de aves de corte.....</b>                                | <b>16</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Compostos fenólicos na alimentação de aves de corte.....</b>                           | <b>19</b> |
| <b>2.5</b> | <b>Anacardato de cálcio como fontes de ácidos anacárdico na alimentação das aves.....</b> | <b>20</b> |
| <b>3</b>   | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Delineamento experimental, rações e manejo das aves.....</b>                           | <b>23</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Desempenho zootécnico.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Características de carcaça.....</b>  | <b>26</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Análise estatística.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO.....</b>   | <b>32</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>33</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Os ácidos orgânicos e os aditivos fitogênicos têm sido utilizados na alimentação de aves com objetivos de substituir, principalmente, os antibióticos promotores de crescimento da ração, visando a manutenção do bom desempenho. Contudo, ao longo dos anos tem sido demonstrado que o bom desempenho das aves com a adição dos ácidos orgânicos e aditivos fitogênicos se deve, além da manipulação da microbiota intestinal, a ação desses produtos na melhoria da saúde intestinal e geral, estado oxidativo e bem estar.

Nesse cenário, têm sido desenvolvidos e testados vários produtos, contendo ácidos orgânicos e compostos fitogênicos isolados ou em combinações. Contudo, os resultados dos efeitos destes, beneficiando ou não as aves, têm apresentado variações, que tem sido atribuída ao tipo de composto, origem, dose utilizada, uso associado ou isolado, tipo de ave e desafio sanitário e ambiental (YANG et al., 2019).

O butirato de sódio (SB) é um ácido orgânico que tem demonstrado resultados promissores beneficiando as aves (MELAKU et al., 2021). Os compostos fenólicos englobam uma gama de diferentes compostos naturais encontrados em diferentes partes das plantas, que devido às suas propriedades farmacológicas tem sido avaliado como promotores naturais de crescimento. As ações biológicas desses compostos têm sido avaliadas e têm sido relatados efeitos benéficos à saúde como propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antivirais, anti-inflamatórias, antifúngicas, de modulação da microbiota intestinal e promotoras de crescimento. O anacardato de cálcio (ACa) é uma fonte de ácidos anacárdicos (AAs), compostos fenólicos com ação inibidora da coccidiose em frangos (TOYMIZU et al., 2003) e ação antioxidante em frangos de corte, melhorando a qualidade da carne (FREITAS et al 2022).

Alguns estudos têm mostrado a viabilidade de associações entre diferentes ácidos orgânicos na forma livre, entre ácidos orgânicos de forma livres e sais de outros ácidos orgânicos, entre ácidos orgânicos e compostos fenólicos e entre diferentes compostos fenólicos com sais na composição de produtos comerciais visando a promoção do desempenho de aves (YANG et al., 2019). Nesse contexto, vislumbrou-se a importância de avaliar a associação do anacardato de cálcio com ácido butírico, visto que na literatura não dispomos de informações sobre os seus efeitos.

Diante do exposto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar os efeitos da adição de diferentes combinações da associação do anacardato de cálcio com o ácido butírico na ração de codornas de corte sobre o desempenho e características de carcaça dessas aves.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A coturnicultura de corte

A cadeia produtiva de aves para corte representa um dos setores mais bem desenvolvidos do agronegócio. Não obstante, a coturnicultura de corte, a passos largos, está se inserindo na avicultura industrial, isso devido ao desenvolvimento rápido de novas tecnologias, que possibilitaram a atividade antes tida como de subsistência, poder ocupar um cenário de atividade altamente tecnificada, com resultados vantajosos aos investidores (ISOLA, 2019).

No sistema de produção corrente, em função das características de rendimento e maciez de sua carne, a principal genética utilizada para a produção de corte é a *Coturnix coturnix coturnix* que é comumente conhecida como codorna europeia. Contudo, o Brasil não dispõe de material genético próprio, mas algumas instituições começaram a desenvolver programas de melhoramento genético de codornas de corte, visando solucionar esse problema da dependência de material genético (TEIXEIRA et al., 2012).

A exploração da coturnicultura de corte ainda não está bem estabelecida, isso devido ao fato do consumo dessa carne ainda não fazer parte do hábito do consumidor, além do preço, que é oneroso. Não obstante, existe mercado crescente para essa carne de sabor exótico o que tem contribuído para atividade se tornar cada vez mais rentável e com boas perspectivas de crescimento para os próximos anos. Nesse cenário, as pesquisas em sanidade, nutrição, ambiência e aplicação de tecnologias podem ter forte contribuição para esse desenvolvimento (MUNIZ, 2018).

Diante dos desafios produtivos e de um mercado consumidor cada vez mais exigente, a coturnicultura apresenta possibilidade de avançar em pesquisas relacionadas a nutrição a fim de gerar dados que subsidiem a melhor adequação nutricional para as aves, possibilitando melhor controle dos custos produtivos e, também, como estratégia alinhada com as questões mercadológicas e ambientais.

A nutrição desempenha papel essencial na obtenção de bons índices produtivos, dessa forma, ração balanceada, com ingredientes de boa qualidade, é carro-chefe para que a codorna possa expressar todo seu potencial genético. Por outro lado, uma produção avícola economicamente viável depende do bom desempenho das aves, sendo um pré-requisito fundamental para que isso ocorra a saúde intestinal das aves que, por sua vez, é influenciada pela microbiota intestinal (SOBCZAK e KOZŁOWSKI, 2016).



Nesse novo cenário, assim como ocorre para os frangos de corte, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com o uso de aditivos promotores da saúde intestinal das codornas de corte, com o objetivo de estimular o crescimento e a eficiência alimentar dessas aves, contribuindo para sua viabilidade econômica.

## **2.2 Ácidos orgânicos na alimentação de aves de corte**

A preocupação com o impacto dos resíduos químicos alimentares na saúde humana, tem aumentado gradativamente nos últimos anos, fazendo com que a indústria de produção animal busque soluções. Somado a isso, a restrição ao uso de promotores de crescimento antibióticos aumentou a necessidade de buscar alternativas que pudessem substituí-los. Nesse cenário, os ácidos orgânicos têm sido avaliados como aditivos zootécnicos nas rações para aves.

Os ácidos orgânicos são substâncias que contêm uma ou mais carboxilas em sua molécula (HART e SCHUETZ citados por PENZ et al., 1993). Nessa especificação podem ser incluídos os aminoácidos e os ácidos graxos. Em geral, quando o termo ácido orgânico é empregado na produção animal, refere-se aos ácidos fracos, de cadeia curta, com até no máximo sete carbonos em sua constituição (DIBNER e BUTTIN, 2002).

Ácidos orgânicos, como os ácidos acético, butírico, propiônico, fumárico e lático, exercem efeitos benéficos na saúde intestinal e no desempenho do crescimento das aves (MILBRADT et al., 2017). Eles podem ser incorporados às dietas de aves como sais de sódio, potássio e cálcio, na forma livre, como sais protegidos/revestidos e como glicerídeos.

Os ácidos orgânicos adicionados na ração e seus sais previnem ou limitam o crescimento de microrganismos e fungos indesejáveis no trato gastrointestinal das aves, auxiliam na manutenção do pH intestinal e contribuem para melhorar a solubilidade dos ingredientes da ração, digestão e absorção de nutrientes e, também, desempenham um papel importante na preservação da integridade estrutural e funcional do intestino (ADAMS, 1999; DIBNER e BUTTIN, 2002; SOLTAN, 2008; ADIL et al., 2010).

Devido às suas propriedades antimicrobianas, os ácidos orgânicos afetam o trato gastrointestinal das aves, diminuindo o pH da digesta intestinal, reduzindo a abundância de bactérias patogênicas, promovendo o crescimento de *Lactobacillus*, melhorando a digestibilidade dos nutrientes e aumentando a proliferação de células epiteliais intestinais (SMULIKOWSKA et al., 2009).

Os ácidos orgânicos podem ter uma influência benéfica no desempenho de crescimento de frangos de corte, contudo, a sua ação está sujeita ao tipo de ácido e sua

estrutura química. Assim, ácidos orgânicos, como os ácidos fumárico, propiônico e butírico e seus sais, exercem efeitos variados, dependendo de sua fonte, da quantidade de ácidos orgânicos utilizados, da localização, das condições ambientais e da composição das dietas (SOBCZAK e KOZŁOWSKI, 2016). Isso fica evidente em alguns relatos da literatura, visto que nos estudos de Kral et al. (2011) e Isabel e Santos (2009), os ácidos orgânicos não tiveram efeito significativo na taxa de crescimento e eficiência alimentar em frangos de corte. Todavia, em outros experimentos, a suplementação dietética com ácidos orgânicos (incluindo ácido butírico e butirato de sódio) afetou positivamente o desempenho de crescimento, conversão alimentar, qualidade de carcaça, perfil lipídico sérico e parâmetros histomorfométricos do intestino delgado em frangos de corte (GARCIA et al., 2007; PANDA et al., 2009; ADIL et al., 2010, 2011; MANSOUB, 2011; CHAMBA et al., 2014; GASEMI et al., 2014; KAMAL e RAGAA, 2014).

### **2.3 Ácido butírico na alimentação de aves de corte**

Entre os ácidos orgânicos utilizados nas rações de aves, o ácido butírico possui propriedades especiais. É uma substância natural em mamíferos e aves, normalmente produzida pela microbiota presente no lúmen do ceco e intestino grosso. Embora ainda haja muito a ser estudado sobre esse ácido, na literatura são descritas várias ações que podem ser benéficas para as aves.

O ácido butírico ou butanoico é um ácido graxo de cadeia curta (AGCC) que possui todas as suas ligações saturadas e possui em sua estrutura quatro átomos de carbono. Dentre todos os AGCC, é o que apresenta maior atividade bactericida na forma não dissociada (PANDA et al., 2009). Além de possuir atividade antimicrobiana, este ácido é fonte de energia prontamente disponível para as células epiteliais do intestino e incita sua multiplicação e diferenciação, por consequência, melhora a eficiência alimentar (ADIL et al., 2010).

Tem sido descrito na literatura (VAN IMMERSEEL et al., 2004, 2005; FRIEDMAN e BAR-SHIRA, 2005; LEESON et al., 2005; ANTONGIOVANNI et al., 2007) que o ácido butírico tem ação de estimular a proliferação e diferenciação de células epiteliais, pois é a fonte primária de energia para o metabolismo das células epiteliais intestinais em aves, é o combustível preferido para enterócitos colônicos e é necessário para o desenvolvimento adequado do tecido linfóide associado ao intestino. Outros efeitos do ácido butírico incluem estimulação da secreção de enzimas e modulação do crescimento da microflora intestinal, estabilizando da microflora benéfica, resultando em uma digestibilidade

de nutrientes mais eficiente e melhor resistência à colonização. Tudo isso se soma para um melhor desempenho de crescimento, especialmente em circunstâncias subótimas.

De acordo com Sengupta et al. (2006), o ácido butírico tem efeito direto na proliferação, maturação e diferenciação das células da mucosa, pois pode influenciar a expressão gênica e a síntese proteica, bem como influenciar o crescimento e altura das vilosidades. Resultando em uma superfície de absorção aumentada no intestino delgado e utilização otimizada de nutrientes.

O ácido butírico é um ácido fraco com um valor de pKa de 4,82 e em sua forma livre é corrosivo e tem um cheiro incrivelmente ruim. Além disso, os ácidos orgânicos de cadeia curta, como o ácido butírico, são rapidamente absorvidos e metabolizados pelas células da mucosa. Assim, quando as aves ingerem a ração, a absorção e metabolização começam na mucosa do papo e podem continuar por todo o trato gastrointestinal. Essa característica limita a quantidade de ácido butírico que realmente atinge o intestino delgado, restringindo seu uso prático na produção animal (KACZMAREK et al., 2016). Diante dessa limitação, passaram a utilizar sais de ácido butírico, principalmente, butirato de sódio e cálcio. Esta forma sólida é geralmente inodora e muito mais fácil de manusear (MAKOWSKI et al., 2022).

O butirato de sódio é um sal de ácido orgânico de cadeia curta formado após a cloração do ácido butírico pelo mineral sódio ( $\text{Na}^{+2}$ ). Por apresentar maior estabilidade, odor menos intenso, além de ter efeitos positivos no desempenho e integridade intestinal, é a alternativa mais utilizada em dietas de frangos de corte (JIANG et al., 2015; LAN et al., 2020).

Depois de ser ingerido na ração, o butirato de sódio atinge o estômago da ave e, devido ao baixo pH, é rapidamente dissociado, liberando o íon sódio e ácido butírico (JUŚKIEWICZ et al., 2003). Desta forma tem propriedades antimicrobianas e pode diminuir o pH gástrico, aumentando a conversão de pepsinogênio em pepsina, o que aumenta a taxa de absorção de nutrientes (KAYA et al., 2013). Também estimula o desenvolvimento do GALT (tecido linfóide associado ao intestino) e o desenvolvimento funcional do trato gastrointestinal em termos de digestão e absorção de nutrientes (VAN IMMERSEEL et al., 2004, 2005; FRIEDMAN e BAR-SHIRA, 2005; LEESON et al., 2005; ANTONGIOVANNI et al., 2007). Além disso, melhora a integridade intestinal, diminui a colonização bacteriana da parede intestinal porque diminui o pH no trato digestivo (ADAMS, 1999; DIBNER e BUTTIN, 2002; SOLTAN, 2008; ADIL et al., 2010). No entanto, o fato de que os sais de butirato são absorvidos na parte superior do trato gastrintestinal, pode ser muito desvantajoso, pois bactérias patogênicas, como *Salmonella*, colonizam o ceco e o cólon. Essa condição, torna o

butirato de sódio um aditivo alimentar menos eficaz em algumas vezes (VAN IMMERSEEL et al., 2004; VAN IMMERSEEL et al., 2005).

Para tentar alterar essas características, a técnica de microencapsulação foi proposta e desenvolvida com o objetivo de melhorar a proteção, biodisponibilidade e liberação controlada de ácido butírico no organismo do animal.

A técnica de microencapsulação do ácido consiste na formação de pequenas partículas ou gotículas do ácido que são circundadas por um filme uniforme composto por carboidratos, celulose, lipídeos ou proteínas, resultando em pequenas cápsulas esféricas com parede uniforme (JYOTHI SRI et al., 2012). Esse método permite uma liberação lenta do ácido depois que a ave consome, possibilitando que o ácido atinja o trato intestinal e o ceco sem ser previamente dissociado em outros órgãos, resultando em uma melhor absorção (VAN IMMERSEEL et al., 2003).

A eficácia do ácido butírico aumenta quando é utilizado na forma protegida, como encapsulamento ou por esterificação com glicerídeo. No caso de revestimento deficiente, o produto ativo é liberado cedo, ao passo que no caso de revestimento adequado a quantidade de ácido butírico será melhor distribuída. Uma maneira comum de lidar com isso é usando microencapsulação ou revestimentos de gordura. Assim, os sais de ácido butírico são liberados no momento em que o revestimento é quebrado pela lipase no intestino delgado (SMULIKOWSKA et al., 2009).

Para superar todas as desvantagens anteriores, um ácido butírico de terceira geração na forma de glicerídeos foi desenvolvido. Os glicerídeos são produzidos pela esterificação de 3 moléculas de ácido butírico em uma molécula de glicerol, resultando em “tributirina”. A Tributirina, contém uma quantidade relativamente alta de ácido butírico, mas não é corrosiva, é inodora e independente do pH e, portanto, é capaz de atingir as partes inferiores do trato gastrointestinal.

Diante das potencialidades vários estudos têm sido realizados sobre o uso de butirato de sódio em dietas de aves. Boling et al. (2000), Abdel-Fattah et al. (2008) e Kana et al. (2011), relataram que maiores níveis de ácidos incorporados à dieta diminuíram o consumo de ração pelas aves, o que pode ser devido à palatabilidade das dietas acidificadas durante os primeiros dias. No entanto, nas fases subsequentes de criação, as aves tendem a se adaptar à acidificação das dietas. Ao analisar os efeitos das doses de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mg de ácido butírico encapsulado/kg de ração, Levy et al. (2015), observaram menor consumo com a maior dosagem de ácido e piora da conversão alimentar frangos de corte aos 21 dias de idade.

Kaczmarek et al. (2016), avaliaram o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade e não observaram diferenças significativas entre as rações suplementadas com butirato de sódio microencapsulado nas doses de 200 mg/kg, 300 mg/kg e 400 mg/kg. Sikandar et al. (2017), não encontraram diferenças no desempenho de frangos de corte aos 14 dias de idade, recebendo dietas contendo 500 mg/kg e 1.000 mg/kg de butirato de sódio microencapsulado.

Ao testarem diferentes doses (250, 350 e 450 mg/kg de ração) de ácido butírico microencapsulado na dieta de frangos de corte, Imran et al. (2018), observaram diminuição no consumo quando de frangos de corte receberam rações com maior quantidade de ácido.

Segundo Wu et al. (2018), não houve diferença no desempenho aos 21 dias de idade, entre frangos de corte alimentados com diferentes doses de butirato de sódio (200, 400, 800 e 1.000 mg/kg) e antibiótico. Contudo, Lan et al. (2020), relataram melhora no desempenho com adição de butirato na ração, em que as aves aumentaram linearmente o ganho de peso médio diário e a suplementação aumentou o comprimento relativo do duodeno, jejuno e íleo, bem como melhorou a estrutura intestinal, aumentando a altura das vilosidades no jejuno e íleo, além da contagem de células caliciformes no duodeno, jejuno e íleo.

Os dados da literatura disponíveis demonstraram que a eficácia do aditivo butirato pode depender de suas formas (GAMA et al., 2000). Todavia, vários estudos documentaram que a suplementação de ácido butírico teve efeito positivo no desempenho e composição da carcaça de frangos de corte (GARCIA et al., 2007; PANDA et al., 2009; ADIL et al., 2010, 2011; MANSOUB, 2011; CHAMBA et al., 2014; GASEMI et al., 2014; KAMAL and RAGAA, 2014) e, também, que a administração de formas protegidas de ácido butírico resulta em melhor desempenho animal e rendimento de carcaça (LEESON et al., 2005; PANDA et al., 2009). Assim, em função dos vários efeitos benéficos para as aves, o ácido butírico é um dos aditivos zootécnicos mais utilizados em dietas para frangos de corte (DAUKSIENE et al., 2021).

#### **2.4 Compostos fenólicos na alimentação de aves de corte**

Os compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem um anel aromático e pelo menos um substituinte hidroxílico, compreendendo seus grupos funcionais, conferindo propriedades antioxidantes tanto para o organismo animal como para os alimentos (SOARES, 2002).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários sintetizados pelas plantas tanto durante seu desenvolvimento, quanto em resposta a condições de estresse. Estão associados às estratégias de defesa contra organismos patogênicos, radiações UV e injúrias (SILVA et al., 2010). Esses compostos agem como antioxidantes, melhorando a saúde intestinal das codornas e a absorção de nutrientes, além de serem utilizados na indústria de alimentos pela sua serventia na prevenção da oxidação lipídica (ACHKAR et al., 2013).

Funcionam como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais, atuando tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. De acordo com Bianchi e Antunes (1999), os flavonóides agem como antioxidantes na inativação dos radicais livres, já que os mesmos possuem a capacidade de doar átomos de hidrogênio e, por conseguinte, inibir as reações em cadeia provocadas pelos radicais livres (ARORA et al., 1998). Este mecanismo de atuação dos antioxidantes, possui uma função importante na redução da oxidação lipídica em tecidos, vegetal e animal, pois quando acrescentado na ração além de conservar a qualidade do alimento, também reduz o risco de desenvolvimento de doenças (ÂNGELO e JORGE, 2007).

O uso nas rações de diferentes plantas e seus extratos como fontes fenólicas foram avaliados como ferramentas potenciais para aprimorar o desempenho e diminuir a mortalidade em animais (CHRISTAKI et al., 2020). Dentre as plantas medicinais largamente utilizadas, ressalta-se o cajueiro (*Anacardium occidentale L.*), nativo do Brasil e encontrado na região costeira, que percorre desde a Amazônia até o Nordeste. O líquido extraído da castanha de caju (LCC), é fonte natural de alguns compostos fenólicos, estes por sua vez possuem características antioxidantes, antiinflamatórias, antitumorais, antimicrobianas e auxiliam na modulação da microbiota intestinal, com alto potencial nutricional e terapêutico. O LCC natural é constituído principalmente por ácidos anacárdicos (46-65%), que quando incrementado nas rações demonstrou melhor desempenho e rendimento de eutanásia semelhantes ao melhorador de desempenho comercial e diminuiu a concentração de *Escherichia Coli* no conteúdo intestinal, melhorando assim a manutenção da saúde intestinal.

## **2.5 Anacardato de cálcio como fonte de ácidos anacárdico na alimentação das aves**

O ácido anacárdico é um composto fenólico derivado do ácido salicílico, possuindo uma cadeia lateral de quinze carbonos, que pode conter uma, duas ou até três ligações insaturadas, sendo um produto natural presente nas diferentes partes do cajueiro, mas em maior proporção na castanha do caju (*Anacardium occidentale L.*). Também pode ser

encontrado em 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 parte deste 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 isoprenóides, como o ácido anacárdico (derivado do ácido salicílico), cardóis e metilcardóis (derivados do resorcinol) e cardanolis (um monofenol) (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 a 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., 2008).

Vários autores têm constatado diferenças entre as composições do LCC, de acordo com o processo de extração do óleo. Segundo dados da literatura (LUBIC, 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.

Ao longo dos anos o ácido anacárdico 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. (2003) demonstraram efeito benéfico do ácido anacárdico na prevenção das lesões provocadas pela coccidiose. Essa observação estimulou o desenvolvimento da pesquisa sobre o uso do líquido da castanha de caju (LCC) na alimentação das aves. O uso do LCC como fonte foi investigado por López et al. (2012), que constataram que 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.

A utilização de LCC natural como fonte de ácido anacárdico na ração de poedeiras comerciais foi avaliada e segundo os pesquisadores (ABREU et al., 2017; BRAZ et al., 2018; BRAZ et al., 2019). O LCC não apresentou efeitos tóxicos quando adicionado até o nível de 1%; não apresentou efeito nos parâmetros bioquímicos avaliados, contudo, influenciou na estabilidade dos lipídios do ovário, reduzindo a oxidação lipídica; não afeta o aproveitamento dos nutrientes da ração e o desempenho das poedeiras, quando adicionado até o nível de 1%; os efeitos sobre a qualidade dos ovos estão restritos à melhoria da cor da gema e redução da oxidação lipídica da gema até 0,75% na ração; é efetivo em reduzir a oxidação lipídica das gemas e na manutenção da coloração amarela das gemas durante o armazenamento refrigerado por 60 dias, no nível de até 0,67%.

Por outro lado, nos testes de controle de qualidade do LCC realizados com a quantificação dos componentes do LCC por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), tem sido constatado que a proporção de ácido anacárdico no LCC é variável em função do processo de extração do LCC das castanhas de caju (TREVISAN et al., 2006). Segundo os pesquisadores, além do processo de obtenção, a origem das castanhas (cultivar do cajueiro) pode influenciar na quantidade de ácidos anacárdicos no LCC.

Pensando em uma garantia da dose ofertada, o uso do LCC como fonte de ácido anacárdico pode resultar em respostas variáveis, dificultando a correta interpretação e se a resposta obtida pode ser associada a qual componente do LCC (ácidos anacárdico, cardol ou cardonol). Além disso, a caracterização da composição do LCC depende de análise por HPLC, que pode ser considerada de difícil para a realização e de custo elevado. Para evitar este problema, o anacardato de cálcio vem sendo estudado como fonte de ácido anacárdico. Esse produto é obtido durante o processo de isolamento dos ácidos anacárdicos a partir do LCC. Ao reagir com o hidróxido de cálcio o ácido anacárdico presente no LCC precipita no fundo do recipiente, permitindo sua separação e, após secagem em estufa, pode ser moído e



adicionado na ração na forma de pó. Normalmente, o anacardato de cálcio é composto por 94% de ácido anacárdico (FREITAS et al., 2022).

Com o desenvolvimento do experimento com o uso do anacardato de cálcio como fonte de ácido anacárdico na ração de frangos de corte foi possível observar que: o anacardato de cálcio pode ser adicionado até o nível de 1% sem que ocorram alterações nos parâmetros sanguíneos e enzimáticos do fígado dos frangos de corte e, portanto, não apresenta efeitos tóxicos até este nível (CRUZ et al., 2018). Cruz et al. (2019), relataram que em níveis de até 1% o anacardato de cálcio não afeta o crescimento, a composição e a qualidade dos ossos de frangos de corte. De acordo com Abreu et al (2019), o nível de 0,75% de anacardato na ração é eficiente contra a oxidação lipídica e na manutenção da cor vermelha da carne durante a estocagem sob congelamento por 90 dias.

Segundo Freitas et al. (2022), em níveis a partir de 0,75% o anacardato de cálcio reduz o ganho de peso e prejudica a conversão alimentar dos frangos até 21 dias de idade. Porém, quando se considera o período total de criação (1 a 42 dias de idade), a adição de até 1% não afeta o desempenho; a adição de LCC não influencia as características de carcaça, mas pode melhorar a qualidade da carne, reduzindo a oxidação lipídica.

O uso do anacardato de cálcio na alimentação de codornas japonesas na fase de postura, foi avaliado e relatado que o desempenho e a qualidade dos ovos das codornas não variaram significativamente entre as aves alimentadas sem aditivo na ração e as alimentadas com promotor de crescimento antibiótico ou submetidas aos diferentes níveis de anacardato de cálcio. Conforme os pesquisadores a adição em até 1% não demonstrou efeitos positivos ou negativos no desempenho e qualidade dos ovos e que, a falta de desafio das aves, pode ter contribuído para a ausência da ação dos aditivos, antibiótico ou anacardato de cálcio, o que poderia beneficiar as aves melhorando o seu desempenho.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará, localizado em Fortaleza, Ceará, Brasil, sob o protocolo CEUA nº 2408202201, e está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

### 3.1 Delineamento experimental, rações e manejo das aves

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura, do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, em um galpão convencional de alvenaria com dimensões de 9 m de largura e 10 m de comprimento, com área de criação das aves dividida em boxes com dimensões de 0,60 x 0,60 m equipadas com comedouro tipo tubular e bebedouro tipo copo pressão.

Foram utilizadas 480 codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade, cuja distribuição nas unidades experimentais seguiu um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $(2 \times 3) + 2$ , totalizando oito tratamentos com cinco repetições de 12 aves. Os tratamentos foram constituídos por rações obtidas a partir dos fatores estudados que foram: dois níveis anacardato de cálcio (2,5 e 5,0 g/kg de ração) e, três níveis de inclusão de ácido butírico (0,25; 0,50 e 1,00 g/kg de ração), além de duas rações controle, sendo um negativo (sem promotor de crescimento) e a outro positivo (com promotor de crescimento).

O anacardato de cálcio foi obtido do líquido da castanha do caju, cuja sequência de etapas contemplou a extração do líquido da castanha e isolamento do ácido anacárdico e reação com hidróxido de cálcio, conforme metodologia descrita por Freitas et al (2022). O ácido butírico foi testado na forma de tributirina, produto comercial Fra<sup>®</sup> Butyrin Ultra (Fraelco), composto por ácido butírico ligado ao glicerol em três posições da cadeia carbônica, cuja recomendação do fabricante varia de 0,5 a 2,0 kg/tonelada de ração. E como promotor de crescimento foi utilizado o produto comercial H-Max<sup>®</sup> (Farmase), composto de Halquinol 60%, cuja recomendação de uso para aves de corte é 0,05 kg/tonelada de ração.

Para a obtenção das rações experimentais foi formulada uma ração, controle negativo, sem a inclusão de antibiótico promotor de crescimento e dos aditivos testado e com um ingrediente inerte na concentração de 6,0 g/kg de ração (Tabela 1), sendo considerado as exigências nutricionais apresentados por Silva e Costa (2009) e os valores de composição nutricional e energética dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2017). As demais rações foram obtidas pelas substituições isométricas do inerte pelo antibiótico promotor de crescimento, anacardato de cálcio e ácido butírico, conforme os tratamentos propostos.

Tabela 1 — Composição e níveis nutricionais calculados da ração para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade (continua)

| Ingredientes | g/kg   |
|--------------|--------|
| Milho        | 549,88 |
| Soja farelo  | 399,49 |

Tabela 1 — Composição e níveis nutricionais calculados da ração para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade (conclusão)

| Ingredientes                          | g/kg           |
|---------------------------------------|----------------|
| Óleo de soja                          | 14,67          |
| Calcário calcítico                    | 11,55          |
| Fosfato bicálcico                     | 10,11          |
| Sal comum                             | 3,42           |
| DL-metionina                          | 2,64           |
| L-lisina (54,6%)                      | 0,23           |
| Suplemento vitamínico <sup>1</sup>    | 1,50           |
| Suplemento mineral <sup>2</sup>       | 0,50           |
| Inerte <sup>3</sup>                   | 6,00           |
| <b>Total</b>                          | <b>1000,00</b> |
| <b>Composição calculada</b>           |                |
| Energia Metabolizável (kcal/kg)       | 2.950,00       |
| Proteína bruta (g/kg)                 | 230,00         |
| Metionina + cistina digestível (g/kg) | 8,90           |
| Metionina digestível (g/kg)           | 5,80           |
| Lisina digestível (g/kg)              | 11,42          |
| Treonina digestível (g/kg)            | 7,84           |
| Triptofano digestível (g/kg)          | 2,66           |
| Cálcio (g/kg)                         | 7,50           |
| Fósforo disponível (g/kg)             | 2,90           |
| Sódio (g/kg)                          | 1,60           |

<sup>1</sup> Composição por Kg do produto: Vit. A – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 – 2.500.000,00 UI; Vit. E – 20.000,00 mg; Vit. K3 – 2.500,00 mg; Vit. B1 – 2.000,00 mg; Vit. B2 – 6.000,00 mg; Vit. B12 – 15,00 mg; Niacina – 35.000,00 mg; Ácido pantotênico – 12.000,00 mg; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 1.500,00 mg; Selênio – 250,00 mg; Biotina – 100,00 mg;

<sup>2</sup> Composição por Kg do produto: Ferro – 100.000,00 mg; Cobre – 20,00 g; Manganês – 130.000,00 mg; Zinco – 130.000,10 mg; Iodo – 2.000,00 mg;

<sup>3</sup> Areia lavada.

Fonte: De autoria própria.

Durante o período experimental, houve o fornecimento de água e ração à vontade. O programa de luz adotado foi o de 23 horas por dia (natural + artificial), durante todo período experimental. A iluminação artificial foi através de lâmpadas fluorescentes de 40

watts, distribuídas a uma altura de 2,4 m do piso, de maneira que todas as aves receberam luz de maneira uniforme.

No decorrer do experimento foram avaliados o desempenho zootécnico das aves e as características de carcaça

### **3.2 Desempenho zootécnico**

Para avaliar o desempenho as aves e as rações foram pesadas no início e no final do experimento (7 e 42 dias de idade) para determinar o consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), peso final das codornas (g) e conversão alimentar (g/g). As variáveis foram corrigidas para mortalidade considerando o número de aves e o número de dias no período, de acordo com as recomendações de Sakomura & Rostagno (2016).

### **3.3 Características de carcaça**

Para avaliação da carcaça, aos 42 dias de idade, foram selecionadas duas aves de cada unidade experimental de acordo com o peso médio da parcela, as quais foram submetidas ao período de jejum alimentar de 6 horas. Após o período de jejum as aves foram pesadas, eutanasiadas por eletronarcose e posteriormente sangradas, escaldadas, depenadas e evisceradas. Após a retirada da cabeça, pescoço e pés, a carcaça foi pesada para determinar o rendimento de carcaça com base no peso do animal em jejum. Em seguida, o peito inteiro, sobrecoxas + coxas, fígado e gordura abdominal foram extraídos e pesados para cálculo do rendimento. Os rendimentos de peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal foram expressos em relação ao peso da carcaça quente. Os pesos relativos do fígado e da moela foram expressos em relação ao peso da ave.

### **3.4 Análise estatística**

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o Statistical Analyses System (SAS, 2000). Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA segundo um modelo fatorial  $(2 \times 3) + 2$ , representado por dois níveis de inclusão do anacardato de cálcio (2,5 e 5,0 g/kg), três níveis de inclusão do ácido butírico (0,25; 0,50 e 1,00 g/kg) e os tratamentos controle negativo e positivo. A comparação do tratamento controle com os demais tratamentos foi realizada pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Para avaliar o efeito dos fatores e de suas interações, os tratamentos controle negativo e positivo foram retirados do modelo e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância dos indicadores de desempenho das aves (Tabela 2), que consideraram no modelo todos os tratamentos, mostrou que não houve efeito significativo entre os tratamentos sobre o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso das aves aos 42 dias de idade. A análise da interação entre os fatores, níveis de anacardato de cálcio e de ácido butírico, também não foi significativa para nenhuma das variáveis, assim como não foi detectado diferença significativa entre os dois níveis de anacardato de cálcio, bem como, entre os três níveis de ácido butírico para nenhum dos parâmetros avaliados.

Tabela 2 — Desempenho de codornas europeias de 7 a 42 dias de idade alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (ACa) e ácido butírico (AcB)

| Fatores                            | Consumo             | Ganho de        | Conversão          | Peso aos       |
|------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------------|
|                                    | de ração<br>(g/ave) | peso<br>(g/ave) | alimentar<br>(g/g) | 42 dias<br>(g) |
| (continua)                         |                     |                 |                    |                |
| <b>Rações</b>                      |                     |                 |                    |                |
| Controle negativo                  | 815,43              | 231,36          | 3,53               | 256,98         |
| Controle positivo                  | 799,66              | 226,13          | 3,54               | 251,73         |
| 2,5 g/kg Aca + 0,25 g/kg AcB       | 817,00              | 230,35          | 3,55               | 255,00         |
| 2,5 g/kg ACa + 0,50 g/kg AcB       | 799,69              | 224,35          | 3,57               | 248,62         |
| 2,5 g/kg ACa + 1,00 g/kg AcB       | 796,99              | 230,23          | 3,46               | 255,34         |
| 5,0 g/kg ACa + 0,25 g/kg AcB       | 824,47              | 235,05          | 3,51               | 261,20         |
| 5,0 g/kg ACa + 0,50 g/kg AcB       | 790,18              | 231,32          | 3,42               | 256,88         |
| 5,0 g/kg ACa + 1,00 g/kg AcB.      | 782,33              | 228,77          | 3,42               | 253,42         |
| Média                              | 803,22              | 229,69          | 3,5                | 254,9          |
| EPM <sup>1</sup>                   | 5,349               | 1,392           | 0,023              | 1,492          |
| <b>Anacardato de cálcio (g/kg)</b> |                     |                 |                    |                |
| 2,5                                | 804,56              | 228,31          | 3,52               | 252,99         |
| 5,0                                | 799,00              | 231,71          | 3,45               | 257,17         |
| <b>Ácido butírico (g/kg)</b>       |                     |                 |                    |                |
| 0,25                               | 820,74              | 232,70          | 3,53               | 258,10         |
| 0,50                               | 794,94              | 227,83          | 3,49               | 252,75         |

Tabela 2 — Desempenho de codornas europeias de 7 a 42 dias de idade alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (ACa) e ácido butírico (AcB)

| Fatores               | Consumo             | Ganho de        | Conversão          | Peso aos       |
|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------------|
|                       | de ração<br>(g/ave) | peso<br>(g/ave) | alimentar<br>(g/g) | 42 dias<br>(g) |
| (conclusão)           |                     |                 |                    |                |
| Ácido butírico (g/kg) |                     |                 |                    |                |
| 1,00                  | 789,66              | 229,50          | 3,44               | 254,38         |
| Efeitos estatísticos  |                     | p-valor         |                    |                |
| ANOVA <sup>2</sup>    | 0,5225              | 0,6979          | 0,6654             | 0,6182         |
| ACa                   | 0,6809              | 0,3168          | 0,1410             | 0,2391         |
| AcB                   | 0,1487              | 0,4895          | 0,3840             | 0,4458         |
| Aca x AcB             | 0,7805              | 0,5718          | 0,6130             | 0,4584         |

<sup>1</sup> Erro padrão da média;

<sup>2</sup> Análise de variância.

Fonte: De autoria própria.

Uma das hipóteses dessa pesquisa era que o uso combinado do anacardato de cálcio com ácido butírico promovesse a acidificação da digesta no trato gastrointestinal a ponto de garantir a dissociação dos ácidos anacárdicos dos sais de anacardato de cálcio, possibilitando a ação promotora do desempenho das aves, o que não foi observado nesta pesquisa. A ausência de efeito promotor de crescimento do anacardato de cálcio sobre o desempenho de aves já tem sido relatada em estudos apenas com anacardato de cálcio para frangos de corte (FREITAS et al., 2022) e codornas japonesas em produção, bem como em estudo com anacardato de cálcio associado ao ácido cítrico para codornas europeias em produção (SILVA, 2019) e frangas na fase inicial de crescimento (ROCHA, 2022), o que corrobora com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Por outro lado, o ácido butírico é reconhecido por seus múltiplos efeitos relacionados com a saúde e a integridade intestinal (GUILLOTEAU, 2010), o controle da resposta imunitária (ABDELQADER et al., 2016;), digestibilidade e absorção de nutrientes, o desenvolvimento da flora digestiva e o controle de enteropatógenos (VAN DER WIELEN, 2000; WU et al., 2018), cujo somatório desses efeitos reflete positivamente no desempenho das aves, especialmente em condições criação com desafio sanitário (MELAKU et al., 2021). No entanto, nenhum efeito sobre o desempenho foi constatado nesse estudo, o que sugere três possibilidades, sendo elas: baixa solubilidade da tributirina no trato gastrointestinal, não

sinergismo entre o anacardato de cálcio e a tributirina e/ou ausência de desafio sanitário para as aves.

Em relação a solubilidade das fontes de ácido butírico, sabe-se que é necessário que o produto tenha alta solubilidade para que o ácido butírico se dissocie no trato gastrointestinal das moléculas ao qual está ligado, que no caso ésteres, como a mono, a di e a tributirina, o processo de esterificação não se desfazem no estômago, sendo estas liberadas apenas com a ação da lipase intestinal, de modo não há disponibilização de ácido butírico livre no proventrículo, o que pode comprometer a redução do pH gástrico e melhor aproveitamento de proteínas e aminoácidos. Além disso, não há informações de solubilidade quanto a solubilidade da dibutirina e tributirina, havendo apenas da monobutirina.

A hipótese de que não haja um sinergismo entre o anacardato de cálcio e a tributirina, por sua vez, baseia-se na necessidade de um meio ácido para a dissociação dos sais de anacardato de cálcio, para que libere as moléculas de ácido anacárdico (PARAMASHIVAPPA et al., 2001), o que não é eficientemente promovido pela tributirina, haja visto que ela não se dissocia no proventrículo, acontecendo somente no intestino delgado onde a digestão ocorre em pH mais próximo do alcalino.

Por sua vez, a ausência de efeito sobre os parâmetros de desempenho entre os tratamentos controle negativo e positivo é um indicio que não houve desafio sanitário suficiente para que o tratamento com o promotor crescimento proporcionasse resposta positiva em relação às aves do tratamento controle negativo, sendo este um fator importante, contribuindo para variabilidade de respostas para inclusão dos ácidos orgânicos (VIOLA et al., 2008), havendo relatos de resposta positiva (GAMA et al., 2000; LEESON et al., 2005; SOLTAN, 2008; PANDA et al., 2009; SMULIKOWSKA et al., 2009; YOUSSEF et al., 2013; DEGHANI-TAFTI et al., 2016) e ausência de resposta sobre as variáveis desempenho e qualidade de ovos (YESILBAG e COLPAN, 2006; RAHMAN et al., 2008; SWIATKIEWICZ et al., 2010).

Na avaliação dos parâmetros de carcaça (Tabela 3), cuja análise de variância considerou todos os tratamentos no modelo, foi detectado efeito significativo apenas para o peso relativo do fígado, não havendo efeito para as demais variáveis. De acordo com esses resultados as rações contendo as combinações com menor inclusão de anacardato e ácido butírico (2,5 g/kg de Aca + 0,25 g/kg AcB e 2,5 g/kg Aca + 0,50 g/kg AcB) resultaram em aves com fígado menor, enquanto que as combinações com os níveis mais elevados de anacardato de cálcio e ácido butírico (5,0 g/kg de Aca + 0,50 g/kg AcB e 5,0 g/kg de Aca + 1,00 g/kg AcB) provocaram um aumento no tamanho do fígado das aves, sendo o as aves

alimentadas com as rações cuja combinações dos dois aditivos ocorreu em concentrações intermediárias (2,5 g/kg Aca + 1,00 g/kg de AcB e 5,0 g/kg Aca + 0,25 g/kg de AcB) tiveram o fígado de tamanho idêntico ao das codornas alimentadas com rações controle negativo e positivo.

Por sua vez, a análise dos fatores, mostrou não haver interação significativa entre os níveis de anacardato de cálcio e ácido butírico para nenhuma das variáveis estudadas. Contudo, foi detectada diferença significativa entre os níveis de anacardato de cálcio, onde a maior inclusão promoveu o maior tamanho de fígado. Da mesma forma, houve efeito significativo entre os níveis de ácido butírico para o peso do fígado que aumentou gradativamente conforme houve aumento do nível de inclusão nas rações. As demais variáveis avaliadas não foram afetadas por esses dois fatores.

Tabela 3 — Parâmetros de carcaça de codornas europeias alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (ACa) e ácido butírico (AcB) (continua)

| Fatores                            | Rendimento (%) |       |                |         |        |
|------------------------------------|----------------|-------|----------------|---------|--------|
|                                    | Carcaça        | Peito | Coxa+Sobrecoxa | Gordura | Fígado |
| <b>Rações</b>                      |                |       |                |         |        |
| Controle negativo                  | 74,1           | 39,21 | 23,52          | 1,06    | 1,97ab |
| Controle positivo                  | 74,2           | 39,94 | 24,28          | 1,19    | 1,86ab |
| 2,5 g/kg Aca + 0,25 g/kg AcB       | 78,73          | 40,01 | 23,16          | 0,8     | 1,72b  |
| 2,5 g/kg Aca + 0,50 g/kg AcB       | 73,77          | 41,69 | 23,03          | 1,04    | 1,69b  |
| 2,5 g/kg Aca + 1,00 g/kg AcB       | 74,67          | 41,31 | 23,32          | 1,09    | 1,96ab |
| 5,0 g/kg Aca + 0,25 g/kg AcB       | 74,55          | 40,68 | 23,77          | 1,00    | 1,93ab |
| 5,0 g/kg Aca + 0,50 g/kg AcB       | 73,14          | 40,19 | 24,73          | 1,19    | 2,14a  |
| 5,0 g/kg Aca + 1,00 g/kg AcB       | 72,77          | 41,04 | 23,07          | 1,19    | 2,15a  |
| Média                              | 74,49          | 40,51 | 23,61          | 1,06    | 1,93   |
| EPM <sup>2</sup>                   | 0,577          | 0,315 | 0,248          | 0,072   | 0,039  |
| <b>Anacardato de cálcio (g/kg)</b> |                |       |                |         |        |
| 2,5                                | 75,72          | 41,00 | 23,17          | 0,97    | 1,79b  |
| 5,0 g/kg                           | 73,49          | 40,64 | 23,86          | 1,12    | 2,08a  |
| <b>Ácido butírico (g/kg)</b>       |                |       |                |         |        |
| 0,25                               | 76,64          | 40,34 | 23,46          | 0,90    | 1,83b  |
| 0,50                               | 73,45          | 40,94 | 23,88          | 1,10    | 1,91ab |
| 1,00                               | 73,72          | 41,18 | 23,20          | 1,14    | 2,06a  |



Tabela 3 — Parâmetros de carcaça de codornas europeias alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (ACa) e ácido butírico (AcB) (conclusão)

| Fatores              | Rendimento (%) |        |                |         |        |
|----------------------|----------------|--------|----------------|---------|--------|
|                      | Carcaça        | Peito  | Coxa+Sobrecoxa | Gordura | Fígado |
| Efeitos estatísticos | p-valor        |        |                |         |        |
| ANOVA <sup>2</sup>   | 0,2637         | 0,5869 | 0,6516         | 0,9160  | 0,0072 |
| ACa                  | 0,1393         | 0,6478 | 0,2064         | 0,4588  | <,0001 |
| AcB                  | 0,1650         | 0,6781 | 0,5692         | 0,5420  | 0,0058 |
| Aca x AcB            | 0,6060         | 0,5391 | 0,3333         | 0,9558  | 0,0832 |

<sup>1</sup> Erro padrão da média;

<sup>2</sup> Análise de variância;

<sup>ab</sup> Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fonte: De autoria própria.

Embora algumas pesquisas tenham demonstrado que o ácido anacárdico tem potencial para reduzir a deposição de gordura corporal em ratos (TOYOMIZU et al., 2003) e frangos (FREITAS et al., 2022), a inclusão de até 1% de anacardato de cálcio na ração de frangos de corte mostrou não ter influência sobre os rendimentos de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa e percentual gordura abdominal (FREITAS et al., 2022). Por outro lado, vários estudos documentaram que a suplementação de ácido butírico teve efeito positivo no rendimento de carcaça cortes nobres de frangos de corte apontado que sua inclusão nas rações aumenta o rendimento de carcaça e reduz o teor de gordura abdominal (PANDA et al., 2009; LEESON et al., 2005; DEHGHANI-TAFTI et al., 2016). Baseado nesses achados havia uma expectativa que a associação do anacardato de cálcio com o ácido butírico testados pudessem ter algum efeito positivo nos parâmetros de carcaça, especialmente sobre a porcentagem de gordura abdominal, o que não ocorreu.

Em contrapartida, a alteração do tamanho fígado observado nas codornas alimentadas com as rações que tiveram a combinação do anacardato e do ácido butírico, nos maiores níveis testado sugerem que um possível aumento da taxa metabólica ou efeito tóxico da associação dos aditivos, haja visto que esse é um dos órgão responsáveis por ajudar a filtrar, processar e eliminar toxinas no organismo. No entanto, faz-se necessário aprofundar essa investigação para elucidar os efeitos das combinações dos aditivos sobre este órgão.

## **5 CONCLUSÃO**

A adição de anacardato de cálcio em associação com ácido butírico na ração de codornas de corte de 7 aos 42 dias de idade pode ser realizada até o nível de 5,0 g Aca + 1g de AcB/kg de ração, sem problemas no desempenho e parâmetros de carcaça das aves, embora, possa promover aumento no tamanho do fígado, fato que precisa ser melhor avaliado.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-FATTAH, S. A. EL-SANHOORY, M. H.; EL-MEDNAY, N. M.; ABDEL-AZEEM, F. Thyroid activity of broiler chicks fed supplemental organic acids. **International Journal of Poultry Science**, Cairo, v. 7, p. 215-222, 2008.
- ABDELQADER, A.; AL-FATAFATAH, A. R. Effect of dietary butyric acid on performance, intestinal morphology, microflora composition and intestinal recovery of heat-stressed broilers. **Livestock Science**, Amsterdam, v.183, p. 78-83, 2016.
- ABREU, V. K. G., PEREIRA, A. L. F., FREITAS, E. R.; TREVISAN, M. T. S., COSTA, J. M. C., CRUZ, C. E. B. Lipid and colour stability of the meat and sausages of broiler fed with calcium anacardate. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 99, p. 2124-2131, 2019.
- ABREU, V. K. G.; PEREIRA, A. L. F.; FREITAS, E. R.; TREVISAN, M. T. S.; COSTA, J. M. C.; BRAZ, N. M. Cashew Nut Shell Liquid Supplementation and the Effect on Lipid Oxidation and Color in Fresh and Spray-Dried Eggs. **J. Food Process. Preserv**, Fortaleza, v. 41, 2017.
- ACHKAR, M. T., NOVAES, G. M., SILVA, M. J. D., & VILEGAS, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três corações, v. 11, n. 2, p. 398-406, 2013.
- ADAMS, C. Poultry and dietary acids. **Feed Int.** 20(14-19), p. 1370-1372, 1999.
- ADIL, S., G. BANDAY, M. BHAT, M. SALAHUDDIN, T. AHMAD RAQUIB, S. SHANAZ. Response of broiler chicken to dietary supplementation of organic acids. **J. Central Eur. Agric.** 12, p. 498-508, 2011.
- ADIL, S., T. BANDAY, G.A. BHAT, M.S. MIR, M. REHMAN. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. **Vet. Med. Int.** 1-7, 2010.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão; Phenolic compounds in foods: a brief review. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.1, p.1-9. 2007.
- ANTONGIOVANNI, M., A. BOCCIONI, F. PETACCHI, S. LEESON, S. MINIERI, A. MARTINI, R. CECCHI. Butyric acid glycerides in the diet of broiler chickens: effects on gut histology and carcass composition. **Ital. J. Anim. Sci.** 6, 19-25, 2007.
- ARORA, A.; NAIR, M.; STRASBURG, G. Structure-activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system. **Free Radic. Biol. Med.**, v. 24, n. 9, p. 1355-1363, 1998.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

BOLING, S. D.; WEBEL, D. M.; MAVROMICHALIS, I.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The effects of citric acid on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 3, p. 682-689, 2000.

BRAZ, N.M.; FREITAS, E.R. ; TREVISAN, M.T.S.; NASCIMENTO, G.A.J. ; SALLES, R.P. R.; CRUZ, C. E.B.; FARIAS, N.N.P.; SILVA, I. N. G. ; WATANABE, P.H. Serum biochemical profile, enzymatic activity and lipid peroxidation in organs of laying hens fed diets containing cashew nut shell liquid. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, v. 102, p. 67-74, 2018.

BRAZ, N.M.; FREITAS, E.R.; TREVISAN, M.T.S.; SALLES, R.P.R.; CRUZ, C.E.B.; FARIAS, N.N.P.; WATANABE, P.H. Performance and egg quality of laying hens fed different dietary levels of cashew nut shell liquid. **S. Afr. J. Anim. Sci.**, v. 49, p. 513-520, 2019.

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.

CHAMBA, F., M. PUYALTO, A. ORTIZ, H. TORREALBA, J.J. MALLO, R. RIBOTY. Effect of partially protected sodium butyrate on performance, digestive organs, intestinal villi and *E. coli* development in broiler chickens. **Int. J. Poult. Sci.** 13, p. 390-396, 2014.

CHRISTAKI E., GIANNENAS I., BONOS E., FLOROU-PANERI, P. Innovative uses of aromatic plants as natural supplements in nutrition. In: Feed Additives. **Academic Press**, p. 19-34, 2020.

CRUZ, C.E.B.; FREITAS, E.R.; AGUIAR, G.C.; BRAZ, N. M.; TREVISAN, M.T.S. Calcium anacardate in the diet of broiler chickens: the effects on growth and bone quality. **Rev Cienc Agron.**, v. 50, p. 329-337, 2019.

DAUKSIENE, A.; RUZAUSKAS, M.; GRUZAUSKAS, R.; ZAVISTANAVICIUTE, P.; STARKUTE, V.; LELE, V.; KLUPSAITE, D.; KLEMENTAVICIUTE, J.; BARTKIENE, E. A comparison study of the caecum microbial profiles, productivity and production quality of broiler chickens fed supplements based on medium chain fatty and organic acids. **Animals**, v. 11, n. 3, p. 610, 2021.

DEGHANI TAFTI, N.; JAHANIAN, R. Effect of supplemental organic acids on performance, carcass characteristics, and serum biochemical metabolites in broilers fed diets containing different crude protein levels. **Anim. Feed. Sci. Tech.**, 211, pp. 109-116, 2016.

DIBNER, J. J. E BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **J. Appl. Poult. Res.** 11:453–463, 2002.

FREITAS, E. R., CRUZ, C. E. B., NEPOMUCENO, R. C., GOMES, T. R., WATANABE, P. H., FARIAS, N. N. P., & TREVISAN, M. T. S. Calcium anacardate in the diet of broiler chickens: Performance, carcass characteristics and meat quality. **Livestock Science**, v. 263, p. 105002, 2022.

FRIEDMAN, A., E. BAR-SHIRA. Effect of nutrition on development of immune competence in chickens gut associated lymphoid system. In: **Proceeding of 15th European Symposium on Poultry Nutrition**, Balatonfüred, Hungary, p. 234-242, 2005.

GAMA, N.M.S.Q., M.B.C. OLIVERA, E. SANTIN, J. BERCHIERI. Supplementation with organic acids in diets of laying hens. **Ciência Rur.**, Santa Maria 30, p. 499-502, 2000.

GARCIA, V., P. CATALÁ-GREGORI, F. HERNÁNDEZ, M.D. MEGÍAS, J. MADRID. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. **J. Appl. Poult. Res.**, 16, p. 555-562, 2007.

GASEMI, H.A., H. AKHAVAN-SALAMAT, I. HAJKHODADADI, A.H. KHALTABADI-FARAHANI. Effects of dietary organic acid blend supplementation on performance, intestinal morphology and antibody-mediated immunity in broiler chickens. **Acta Adv. Agric. Sci.** 2, p. 64-74, 2014.

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.

GUILLOTEAU, P., MARTIN, L., ECKHAUT, V., DUCATELLE, R., ZABIELSKI, R. AND VAN IMMERSEEL, F. From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate. **Nutrition Research Reviews**. 23: 366–384, 2010.

IMRAN, M.; AHMED, S.; DITTA, Y. A.; MEHMOOD, S.; RASOOL, Z.; ZIA, M. W. Effects of microencapsulated butyric acid supplementation on growth performance and ileal digestibility of protein, gut health and immunity in broilers. **Indian Journal of Animal Research**, v. 52, n. 11, p. 1618-1622, 2018.

ISABEL, B., Y. SANTOS. Effects of dietary organic acids and essential oils on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. **J. Appl. Poult. Res.**, 18, p. 472-476, 2009.

ISOLA, J. V. Coturnicultura: um mercado em expansão. **ZootecniAgora**, 2019.

JIANG, Y.; ZHANG, W.; GAO, F.; ZHOU, G. Effect of sodium butyrate on intestinal inflammatory response to lipopolysaccharide in broiler chickens. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, n. 3, p. 389-395, 2015.

JUŚKIEWICZ, J., Z. ZDUŃCZYK, J. JANKOWSKI. Effect of adding mannan-oligosaccharide to the diet on the performance, weight of digestive tract segments, and caecal digesta parameters in young turkeys. **J. Anim. Feed Sci.**, 12, p. 133-142, 2003.

JYOTHI SRI, S.; SURIA PRABHA, K.; MUTHUPRASANNA, P.; PAVITRA, P. Microencapsulation: a review. **International Journal of Biological Sciences**, v. 3, p. 509-531, 2012.

KACZMAREK, S. A.; BARRI, A.; HEJDYSZ, M.; RUTKOWSKI, A. Effect of different doses of coated butyric acid on growth performance and energy utilization in broilers. **Poultry Science**, v. 95, p. 851-859, 2016.

KAMAL, A.M., N.M. RAGAA. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance and serum biochemistry of broiler chicken. **Nat. Sci.**, 12, p. 38-45, 2014.

KANA, J. R.; TEGUIA, A.; MUNGFU, B. M.; TCHOUMBOUE, J. Growth performance and carcass characteristics of broiler chickens fed diets supplemented with graded levels of charcoal from maize cob or seed of *Canarium schweinfurthii* Engl. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 1, p. 51-56, 2011.

KAYA, H., A. KAYA, M. GÜL, Ş. ÇELEBI. The effect of zeolite and organic acid mixture supplementation in the layer diet on performance, egg quality traits and some blood parameters. **J. Anim. Vet. Adv.**, 12, p. 782-787, 2013.

KRAL, M., M. ANGELOVIČOVÁ, L. MRÁZOVÁ, J. TKÁCOVÁ, M. KLIMENT. Probiotic and acetic acid effect on broiler chickens performance. **J. Anim. Sci. Biotechnol.**, 44, p. 62-64, 2011.

KUBO, I; NIHEI, K.I.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial action of anacardic acids against methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **J. Agr. Food Chem**, v.51, p. 7624-7628, 2003.

KUBO, I. et al. Antibacterial activity against *Streptococcus mutans* of mate tea flavor components. **J. Agric. Food Chem.**, v.41, p. 107-111, 1993.

LAN, R.; LI, S. Q.; ZHAO, Z.; AN, L. L. Sodium butyrate as an effective feed additive to improve growth performance and gastrointestinal development in broilers. **Veterinary Medicine and Science**, v. 6, n. 3, p. 491-499, 2020.

LEESON, S., H. NAMKUNG, M. ANTONGIOVANNI, E.H. LEE. Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. **Poult. Sci.** 84, 1418-1422, 2005.

LEVY, A.W.; KESSLER, J.W.; FULLER, L.; WILLIAMS, S.; MATHIS, G.F.; LUMPKINS, B.; VALDEZ, F. Effect of feeding an encapsulated source of butyric acid (ButiPEARL) on the performance of male Cobb broilers reared to 42 d of age. **Poultry Science**, v. 94, n. 8, p. 1864-1870, 2015.

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.

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.

MAKOWSKI Z, LIPÍŃSKI K, MAZUR-KUŚNIREK M. The Effects of Sodium Butyrate, Coated Sodium Butyrate, and Butyric Acid Glycerides on Nutrient Digestibility, Gastrointestinal Function, and Fecal Microbiota in Turkeys. **Animals**, 12(14):1836, 2022.

MANSOUB, N.H. Comparative effect of butyric acid and probiotic on performance and serum composition of broiler chickens. **Adv. Environ. Biol.**, 5, p. 1188-1191, 2011.

MATOS, J.E.X.; SILVA, F.J.A.; VIEIRA, P.B. Solventes para extração do líquido da castanha de caju (LCC) e compatibilidade ambiental. **Tecnol.** Fortaleza, v.29, n.1, p.101-109, 2008.

MELAKU, M. R.; ZHONG, H.; HAN, F.; WAN, B. Y; ZHANG, H. Butyric and citric acids and their salts in poultry nutrition: effects on gut health and intestinal microbiota. **Int. J. Mot. Sci.** 22:10392, 2021.

MILBRADT, EL, ET AL. Use of Organic Acids and A Competitive Exclusion Product as Growth Promoter and Salmonella Enteritidis Control in Commercial Turkeys. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 19, n. 04, pp. 551-558, 2017.

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

MUNIZ, J. C. L. et al. Criação de Codornas para Produção de Ovos e Carne. 2. ed. [s.l.] **Aprenda Fácil**, p. 277, 2018.

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.

PANDA, A.K., S.V. RAMA RAO, M.V.L.N. RAJU, G. SHYAM SUNDER. Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 22, p. 1026-1031, 2009.

PARAMASHIVAPPA, R.; KUMAR, P.P.; VITHAYATHIL, P.J.; RAO, A.S.; Novel Method for Isolation of Major Phenolic Constituents from Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nut Shell Liquid. **J. Agric. Food Chemistry**, v.49, p. 2548-2551, 2001.

PENZ JR., A. M., SILVA, A. B., RODRIGUES, O. Ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, p.111-119, 1993.

RAHMAN, M.S., M.A.R. HOWLIDER, M. MAHIUDDIN, M.M. RAHMAN. Effect of supplementation of organic acids on laying performance, body fatness and egg quality of hens. **Bang. J. Anim. Sci.**, 37, p. 74-81, 2008.

ROCHA, L. L. C. V. Anacardato de cálcio associado com ácido cítrico na ração de crescimento para poedeiras leves criadas no piso. 2022. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2022.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; ABREU, M. L. T.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4a Ed, 2017.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2. ed. Jaboticabal: **FUNEP** - Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão, 2016.

SENGUPTA, S.; MUIR, J. G.; GIBSON, P. R. Does butyrate protect from colorectal cancer. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 21, p. 209-218, 2006.

SIKANDAR, A.; ZANEB, H.; YOUNUS, M.; MASOOD, S.; ASLAM, A.; KHATTAK, F.; REHMAN, H. Effect of sodium butyrate on performance, immune status, microarchitecture of small intestinal mucosa and lymphoid organs in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, n. 5, p. 690, 2017.

SILVA, C. P. Anacardato de cálcio e sua associação com ácido cítrico na ração para matrizes de codornas de corte. 2019. 42 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2019.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. Tabela para codornas japonesas e européias. 2.ed. Jaboticabal, SP: **FUNEP**, 110p, 2009.

SILVA, T. R. G; NASCIMENTO, M. C. O.; SILVA, N. C. Uso de óleos essenciais na dieta de suínos em substituição aos antimicrobianos. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 4, n. 2, p. 70-73, 2010.

SMULIKOWSKA S., CZERWINSKI J., MIECZKOWSKA A., JANKOWIAK J. The Effect of Fat-Coated Organic Acid Salts and a Feed Enzyme on Growth Performance, Nutrient Utilization, Microflora Activity, and Morphology of the Small Intestine in Broiler Chickens. **J. Anim. Feed Sci.**, 18:, P. 478–489, 2009.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, pp. 71-81, 2002.

SOBCZAK, A., KOZŁOWSKI, K. Effect of dietary supplementation with butyric acid or sodium butyrate on egg production and physiological parameters in laying hens. **Europ. Poult. Sci.**, p. 80. 2016.

SOLTAN, M.A. Effect of dietary organic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood serum parameters in laying hens. **Int. J. Poult. Sci.**, 7, p. 613-321, 2008.

ŚWIĄTKIEWICZ, S., J. KORELESKI, A. ARCZEWSKA. Effect of organic acids and prebiotics on bone quality in laying hens fed diets with two levels of calcium and phosphorus. **Acta Vet. Brno.**, 79, p. 185-193, 2010.

TEIXEIRA, B. B. et al. Características quantitativas em matrizes de codorna de corte através de análises multicaracterística. **Ciência Rural**. 2012, v. 42, n. 12, 2012.

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.; NAKAI, Y.; NAKATSU, T.; AKIBA, Y.. Inhibitory effect of dietary anacardic acid supplementation on cecal lesion formation following chicken coccidial infection. **Anim. Sci. J.**, 74, pp. 105-109, 2003.

TREVISAN, M. T. S.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R.; WÜRTELE, G.; SPIEGELHALDER, B.; BARTSCH, H.; OWEN, R. W. Characterization of alkyl phenols in



cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical toxicology**, [s.l.], v. 44, n. 2, p. 188-197, 2006.

VAN DER WIELEN, P. W. J. J. et al. Role of volatile fatty acids in development of the cecal microflora in broiler chickens during growth. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 66, n.6, p. 2536 – 2540, 2000.

VAN IMMERSEEL, F., F. BOYEN, I., GANTOIS, L. TIMBERMONT, L. BOHEZ, F. PASMANS, F. HAESEBROUCK, R. DUCATELLE. Supplementation of coated butyric acid in the feed reduces colonization and shedding of salmonella in poultry. **Poult. Sci.**, 84, p. 1851-1856, 2005.

VAN IMMERSEEL, F., V. FIEVEZ, J. DE BUCK, F. PASMANS, A. MARTEL, F. HAESEBROUCK, R. DUCATELLE. Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella enteritidis* in young chickens. **Poult. Sci.**, 83, p. 69-74, 2004.

VAN IMMERSEEL, F.; DE BUCK, J.; PASMANS, F.; VELGE, P.; BOTTREAU, E.; FIEVEZ, V.; DUCATELLE, R. Invasion of *Salmonella enteritidis* in avian intestinal epithelial cells in vitro is influenced by short-chain fatty acids. **International Journal of Food Microbiology**, v. 85, n. 3, p. 237-248, 2003.

VIOLA, E. S., VIEIRA, S. L., TORRES, C. A., FREITAS, D. M. D., & BERRES, J. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e 68 fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Minas Gerais, v. 37, n. 2, p. 296-302, 2008.

WANG, Y., D. RIND, C.R. TREPTE, G.S. KENT, G.K. YUE, AND K.M. SKEENS. An empirical model study of the tropospheric meridional circulation based on SAGE II observations. **J. Geophys. Res.**, 103, p. 13801-13818, 1998.

WU, W.; XIAO, Z.; AN, W.; DONG, Y.; ZHANG, B. Dietary sodium butyrate improves intestinal development and function by modulating the microbial community in broilers. **PLoS one**, v. 13, n. 5, 2018.

YANG, X; LIU, Y.; YAN, F; YANG, C; YANG, X. Effects of encapsulated organic acids and essential oils on intestinal barrier, microbial count, and bacterial metabolites in broiler chickens. **Poultry Science**, 98, p. 2858–2865, 2019.

Yesilbag, D., I. Colpan. Effects of organic acid supplementation diets on growth performance, egg production and quality and on serum parameters on laying hens. **Revue Méd. Vét.**, 157, p. 280-284, 2006.

YOUSSEF, A.W., H.M.A. HASSAN, H.M. ALI, M.A. MOHAMED. Effect of probiotics, prebiotics and organic acids on layer performance and egg quality. **Asian J. Poult. Sci.**, 7, p. 65-74, 2013.