



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

**TIAGO FREITAS SILVA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DOS SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DO  
MARACUJÁ, SEMENTE E TORTA, PARA CODORNAS DE CORTE**

**FORTALEZA**

**2020**

TIAGO FREITAS SILVA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DOS SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DO  
MARACUJÁ, SEMENTE E TORTA, PARA CODORNAS DE CORTE

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

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S1a Siva, Tiago Freitas.  
Avaliação nutricional dos subprodutos do processamento do maracujá, semente e torta, para codornas de corte / Tiago Freitas Siva. – 2020.  
71 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2020.  
Orientação: Prof. Dr. Edmaro Rodrigues Freitas.  
Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.
1. Alimento alternativo.. 2. Coturnix coturnix. 3. Desempenho zootécnico. 4. Subprodutos da agroindústria.. I. Título.

CDD 636.08

---

TIAGO FREITAS SILVA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DOS SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DO  
MARACUJÁ, SEMENTE E TORTA, PARA CODORNAS DE CORTE

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

Aprovada em: 28/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

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

---

Prof. Dr. Walbens Siqueira Benevides  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

A Deus, agradeço por tudo.

Aos meus pais e ao meu filho.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, transmitindo força e auxílio nos momentos mais difíceis, por me agradecer com essa vitória e com as amizades que fui construindo nesse período tão importante da minha vida e pela oportunidade de realizar este trabalho.

Agradeço aos meus Pais, por todo amor e dedicação em todos os momentos de minha vida. A toda minha Família, pelo apoio e orações.

À minha esposa, Amanda Gomes Queiroz Freitas, pelo companheirismo e todo amor ao longo desses anos.

Ao meu filho, Theo Queiroz Freitas, que chegou no final deste curso e me deu forças para sua conclusão.

Ao Professor orientador, Ednardo Rodrigues Freitas, e ao coorientador, Rafael Carlos Nepumeceno, pela orientação no trabalho realizado, ensinamentos e compreensão ao longo do curso. Aos demais professores presentes na banca e do curso de Mestrado em Zootecnia da UFC

A todos os amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação e para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Pesquisas Avícola (NEPEAVI), colegas de aula e laboratórios, obrigado pelo apoio e ensinamentos neste período

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de cursar a Pós-Graduação

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos durante o Mestrado.

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi determinar a composição química, o valor energético da semente de maracujá (SM) e da torta da semente de maracujá (TSM), bem com avaliar suas inclusões na ração de codornas. Para a determinação da energia metabolizável, foram realizados dois ensaios de metabolismo por meio do método tradicional de coleta de excretas, sendo um para avaliação da semente do maracujá e outro para a torta da semente do maracujá. Em ambos os experimentos foram utilizadas 108 codornas com 21 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 6 repetições com 6 aves cada. Os tratamentos foram compostos por uma ração referência e duas rações teste com a substituição em 20% e 40% de cada alimento avaliado na ração referência). Observou-se que a EMAn determinada com a substituição de 20% da ração referência (4.214,00 kcal/kg de matéria seca) pela SM foi superior a ração com 40% de substituição (4.127,33 kcal/kg de matéria seca), porém sem apresentar diferença significativa. Já na avaliação da TSM, a EMAn apresentou diferença significativa, com a substituição de 20% (3.876,17 kcal/kg de matéria seca) superior a ração com 40% de substituição (3.469,00 kcal/kg de matéria seca). Na avaliação da inclusão da SM e da TSM nas rações para codornas de corte, foram realizados dois experimentos, em cada um deles foram utilizadas 432 codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos (0, 5, 10, 15, 20 e 25% de inclusão da SM e da TSM), com 6 repetições de 12 aves. Em cada experimento foram avaliados o aproveitamento dos nutrientes e energia das rações, o desempenho das aves, o rendimento de carcaça e cortes, a estabilidade lipídica da carne in natura e armazenada, os parâmetros de qualidade da cama e a viabilidade econômica da inclusão dos alimentos testados. Os resultados do experimento com a SM mostram que as rações contendo a partir de 20% de inclusão da SM apresentaram valores inferiores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMAn comparadas ao grupo controle e a inclusão da semente a partir 15% piorou significativamente o coeficiente de metabolizabilidade de energia bruta (CMEB) e o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações. O consumo das rações (CR) foi maior nas rações a partir de 10% de inclusão da SM e uma maior conversão alimentar (CA) foi encontrada a partir de 15% de inclusão da semente comparadas ao grupo controle, apresentando um efeito linear. Ao analisar as características de carcaça, observou-se apenas aumento linear para porcentagem de moela, as aves alimentadas com rações de 25% de inclusão obtiveram pesos superiores ao grupo controle. A oxidação lipídica da carne e a

qualidade da cama não foram influenciadas pela inclusão da semente de maracujá. Observou-se efeito linear para as variáveis de viabilidade econômica com diferença significativa a partir de 20% de inclusão da semente comparadas ao grupo controle. Nos resultados do experimento com a TSM, observou-se que, em relação à ração controle, as rações contendo 15, 20 e 25% de inclusão da TSM apresentaram menores valores dos CMMS, CMEB e das EMA e EMAn, sendo observado também efeito linear decrescente a partir do nível de 5% de inclusão da TSM para as mesmas variáveis. No desempenho, a comparação do tratamento controle com os demais, mostrou que a inclusão de TSM em nível a partir de 10% promoveu aumento significativo no CR e na CA, bem como efeito linear crescente dessas variáveis a partir de 5% de inclusão da TSM. A TSM não afetou as características de carcaça e oxidação lipídica da carne. Por outro lado, na avaliação da qualidade da cama, observou-se que a inclusão da TSM provocou um aumento linear nos valores de pH. E verificou-se piora em todos os parâmetros de viabilidade econômica a partir da inclusão de 10% da TSM, na comparação com o tratamento controle, não sendo detectado efeito de regressão. Conclui-se que, de acordo com os parâmetros de viabilidade técnica e econômica, a semente do maracujá pode ser utilizada até o nível de 15% em rações para codornas de corte, entre 7 e 42 dias de idade, enquanto a torta da semente do maracujá pode ser utilizada até o nível de 5%.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo. Coturnix coturnix. Desempenho zootécnico. Subprodutos da agroindústria.



## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the chemical composition, the energetic value of the passion fruit seed (SM) and the passion fruit seed pie (TSM), as well as to evaluate their inclusions in the quail feed. To determine the metabolizable energy, two metabolism tests were carried out using the traditional excreta collection method, one for the evaluation of the passion fruit seed and the other for the passion fruit seed cake. In both experiments, 108 quail with 21 days of age were used, distributed in a completely randomized design with 3 treatments and 6 repetitions with 6 birds each. The treatments consisted of a reference diet and two test diets with substitution in 20% and 40% of each food evaluated in the reference diet). It was observed that the ANAn determined with the replacement of 20% of the reference diet (4,214.00 kcal / kg of dry matter) by SM was superior to the diet with 40% of substitution (4,127.33 kcal / kg of dry matter), but without showing any significant difference. In the TSM evaluation, the EMAn showed a significant difference, with the substitution of 20% (3,876.17 kcal / kg of dry matter) higher than the ration with 40% of substitution (3,469.00 kcal / kg of dry matter). In the evaluation of the inclusion of SM and TSM in the diets for cutting quails, two experiments were carried out, in each of them 432 cutting quails were used, in the period from 7 to 42 days of age, distributed in a completely randomized design, with 6 treatments (0, 5, 10, 15, 20 and 25% of inclusion of SM and SST), with 6 repetitions of 12 birds. In each experiment, the use of nutrients and energy in the rations, the performance of the birds, the carcass and cut yields, the lipid stability of fresh and stored meat, the quality parameters of the litter and the economic viability of the inclusion of food were evaluated tested. The results of the experiment with the SM show that the rations containing from 20% of inclusion of SM had lower values of apparent metabolizable energy (EMA) and EMAn compared to the control group and the inclusion of the seed from 15% significantly worsened the coefficient of gross energy metabolizability (CMEB) and the dry matter metabolizability coefficient (CMMS) of the diets. Feed consumption (CR) was higher in diets from 10% of inclusion of MS and a greater feed conversion (CA) was found from 15% of inclusion of seed compared to the control group, showing a linear effect. When analyzing the carcass characteristics, only a linear increase was observed for the percentage of gizzard, the birds fed with 25% rations included higher weights than the control group. The lipid oxidation of the meat and the quality of the litter were not influenced by the inclusion of the passion fruit seed. A linear effect was observed for the variables of economic viability

with a significant difference from 20% of seed inclusion compared to the control group. In the results of the experiment with the TSM, it was observed that, in relation to the control diet, the diets containing 15, 20 and 25% of inclusion of the TSM showed lower values of CMMS, CMEB and EMA and EMAn, also being observed a linear effect decreasing from the 5% TSM inclusion level for the same variables. In performance, the comparison of the control treatment with the others showed that the inclusion of SST at a level greater than 10% promoted a significant increase in CR and AC, as well as a growing linear effect of these variables from 5% of SST inclusion. . SST did not affect meat carcass and lipid oxidation characteristics. On the other hand, when assessing bed quality, it was observed that the inclusion of SST caused a linear increase in pH values. And there was a worsening in all parameters of economic viability from the inclusion of 10% of SST, in comparison with the control treatment, with no regression effect being detected. It is concluded that, according to the parameters of technical and economic viability, the passion fruit seed can be used up to the level of 15% in diets for cutting quails, between 7 and 42 days of age, while the seed pie of the passion fruit can be used up to the 5% level.

**Keywords:** Alternative food. Coturnix coturnix. Zootechnical performance. Products of agroindustry

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição nutricional da carne de frango (peito e coxa) e de codorna (em 100 gramas). .....	20
Tabela 2 - Composição centesimal da semente de maracujá de acordo com diferentes autores .....	23
Tabela 3 - Composição mineral da semente de maracujá .....	24
Tabela 4 - Teor de aminoácidos da semente de maracujá, milho e soja.....	25
Tabela 5 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados da ração referência .....	33
Tabela 6 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais contendo semente de maracujá para codornas de corte .....	35
Tabela 7 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados da ração referência .....	40
Tabela 8 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais contendo torta da semente de maracujá para codornas de corte.....	43
Tabela 9 - Composição química, energética e mineral da semente de maracujá (expressos na matéria natural).....	47
Tabela 10 - Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da semente de maracujá determinados com codornas de corte (expressos na matéria seca) ...	48
Tabela 11 - Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas de corte contendo semente de maracujá.....	49
Tabela 12 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo semente de maracujá de 1 a 42 de idade.....	50
Tabela 13 - Rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de órgãos de codornas de corte alimentadas com rações contendo semente de maracujá no período de 7 a 42 dias de idade.....	51
Tabela 14 - Oxidação lipídica da carne (peito, coxa e sobrecoxa) de codornas de corte alimentadas com rações contendo semente de maracujá no período de 7 a 42 dias de idade.....	53
Tabela 15 - Parâmetros de qualidade da cama de codornas de corte alimentadas com rações contendo semente de maracujá .....	55
Tabela 16 - Avaliação econômica da inclusão da semente de maracujá na alimentação de codornas de corte.....	56

Tabela 17 - Composição química, energética e mineral da torta da semente de maracujá, expressos na matéria natural .....	57
Tabela 18 - Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da torta da semente de maracujá determinados com codornas de corte, expressos na matéria seca .....	58
Tabela 19 - Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas de corte contendo torta da semente de maracujá.....	59
Tabela 20 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente de maracujá no período de 7 a 42 dias de idade .....	60
Tabela 21 - Rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de órgãos de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente de maracujá no período de 7 a 42 dias de idade .....	61
Tabela 22 - Oxidação lipídica da carne (peito, coxa e sobrecoxa) de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente de maracujá.....	62
Tabela 23 - Parâmetros de qualidade da cama de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente de maracujá .....	63
Tabela 24 - Avaliação econômica da inclusão da torta da semente de maracujá na alimentação de codornas de corte .....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CEUA	Comissão de Ética em Uso Animal
Cm	Centímetros
cm <sup>2</sup> /ave	Centímetro ao quadrado por ave
CMMS	Coefficiente de metabolização da matéria seca
CMN	Coefficiente de metabolização do nitrogênio
CMEB	Coefficiente de metabolizabilidade da energia bruta
CV	Coefficiente de Variação
DZ	Departamento de Zootecnia
EE	Extrato Etéreo
EM	Energia Metabolizável
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio
FB	Fibra Bruta
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
G	Gramas
g/ave	Gramas por ave
g/kg	Gramas por quilograma
H	Horas
HCl	Ácido clorídrico
HNO <sub>3</sub>	Ácido nítrico
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma
KW	Quilowatt
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
Mg	Miligrama
ml	Mililitro
MM	Matéria Mineral

MN	Matéria Natural
MS	Matéria Seca
PB	Proteína Bruta
RR	Ração Referência
SM	Semente de Maracujá
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TBARS	<i>Thiobarbituric Acid Reactive Substance</i>
TSM	Torta da Semente de Maracujá
Ton	Tonelada
UFC	Universidade Federal do Ceará

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Coturnicultura .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Coturnicultura de corte.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Alimentação de codornas e o uso de alimentos alternativos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>Semente de maracujá .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5</b>	<b>Torta da semente de maracujá .....</b>	<b>26</b>
<b>2.6</b>	<b>Uso da semente e da torta da semente de maracujá na alimentação das aves ....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>Determinação da composição química e energia metabolizável da semente de maracujá para codornas de corte .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b>Ensaio de desempenho: níveis de semente de maracujá nas rações de codornas de corte .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3</b>	<b>Determinação da composição química e energia metabolizável da torta da semente de maracujá para codornas de corte.....</b>	<b>39</b>
<b>3.4</b>	<b>Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente do maracujá.....</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Composição química e valor energético da semente de maracujá.....</b>	<b>47</b>
<b>4.2</b>	<b>Desempenho de codornas de corte alimentadas com ração contendo semente de maracujá.....</b>	<b>48</b>
<b>4.3</b>	<b>Composição química e valor energético da torta da semente de maracujá.....</b>	<b>56</b>
<b>4.4</b>	<b>Desempenho de codornas de corte alimentadas com ração contendo torta da semente de maracujá.....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O segmento da coturnicultura de corte vem sendo inserido na avicultura industrial com rápido desenvolvimento, mediante a introdução e o melhoramento das codornas da espécie europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) com excelente aptidão para a produção de carne e implantação de novas tecnologias de produção. A atividade antes tida como de subsistência, passa a ocupar um cenário de atividade altamente tecnicizada (BERTECHINI, 2010), sendo caracterizada pelo investimento relativamente baixos, pequena demanda de área, elevados índices produtivos e de baixo impacto ambiental, quando comparado a outras espécies de aves convencionais utilizadas para produção industrial (MÓRI *et al.*, 2005).

O desenvolvimento dessa atividade tem sido impulsionado pelo crescimento significativo da demanda do mercado consumidor por carne de codorna, cujas características nutricionais, gastronômicas e sabor peculiar tem sido relacionado a boa aceitabilidade do produto (MASSUDA; MURAKAMI, 2008, SANTOS *et al.*, 2014).

No entanto, deve-se considerar que a alimentação é um dos fatores primordiais para que a criação de codornas garanta o retorno financeiro do empreendimento acima dos custos. Os custos com a alimentação das aves correspondem aproximadamente 75% do custo total de produção, sendo estes representados majoritariamente com aquisição de milho e farelo de soja que, juntos, correspondem a 90% dos ingredientes usados nas rações balanceadas. O uso de subprodutos da agroindústria e restos de cultura na alimentação animal podem ser uma alternativa para reduzir a dependência dos ingredientes convencionalmente utilizados, desde que este seja de boa qualidade nutricional, baixo preço e alta disponibilidade ao longo do ano

Nesse contexto, há a valorização dos subprodutos da agroindústria nacional, uma vez que o Brasil é um dos maiores produtores e comercializadores da fruticultura mundial. Dentre as frutas produzidas, destaca-se o cultivo de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), visto que o país é o principal produtor, com cerca de 90% da produção mundial, produzindo 694.539 mil toneladas em 2015, sendo o estado do Ceará o segundo maior produtor (IBGE, 2015). Considerando que aproximadamente 60% do maracujá é resíduo (casca e sementes) oriundo do processamento para obtenção de polpa e suco (ASCHERI *et al.*, 2013), pode-se estimar que, em 2015, o beneficiamento do da fruta gerou 416.723,40 mil toneladas de resíduos, que podem representar grandes problemas ambientais se não receberem um destino adequado.

As sementes presentes no maracujá representam cerca 12% do peso total do fruto e são fontes de proteína, contendo aminoácidos, como arginina, ácido glutâmico e ácido aspártico;



minerais a exemplo do sódio (2,98 mg/g), magnésio (1,54 mg/g) e fósforo (1,25 mg/g); e ácido graxos com teor entre 28 a 30% de gordura, além de compostos fenólicos, com possível ação antioxidante e antibiótica (ROMO; NAVA, 2007; LIU *et al.*, 2008; JORGE *et al.*, 2009; LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013).

O processo prensagem das sementes de maracujá para extração do óleo gera a torta, cujo o teor de proteína (14,4%) e concentração de compostos fenólicos é superior ao das sementes, com teor de gordura em torno de 5,17 a 5,61%, (ARAÚJO *et al.*, 2009; WILHELM *et al.*, 2014)

Diante do exposto, a semente e a torta da semente do maracujá apresentam potencial para serem utilizadas na alimentação de aves, sendo necessário a realização de pesquisas que avaliem as suas utilizações na alimentação de codornas de corte com a definição do nível ótimo de inclusão, uma vez que são escassos os resultados de pesquisa disponíveis na literatura. Objetivou-se determinar o valor energético da semente e da torta da semente de maracujá e avaliar a inclusão desses alimentos em rações para codornas de corte sobre a digestibilidade de nutrientes das rações, desempenho produtivo, características de carcaça, qualidade da cama, estabilidade lipídica da carne e viabilidade econômica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Coturnicultura

Com origem no norte da África, Europa e Ásia, as codornas pertencem à família dos Fasianídeos (*Phasianidae*) da subfamília dos *Perdicionidae*, com classificação semelhante as galinhas e perdizes (PINTO *et al.*, 2002). Segundo os primeiros registros no século XII, sua criação era apenas para apreciar seu canto. Por volta de 1910, no Japão, foram iniciados os cruzamentos entre codornas, obtendo-se a *Coturnix coturnix japônica*, dando início a produção de carne e ovos (REIS, 1979). No Brasil, a codorna foi introduzida pelos imigrantes italianos e japoneses na década de 50, inicialmente apenas apreciada pelo seu canto, depois se popularizou e começou a ser comercializada com sua produção de ovos na década de 60 (PASTORE *et al.*, 2012).

As codornas são aves de rápido crescimento, precocidade na produção com maturidade sexual entre 35 a 42 dias, alta produtividade de ovos, longevidade em alta produção com até 56 a 72 semanas, baixo investimento inicial e rápido retorno financeiro, características que facilitam a produção e sua expansão no Brasil (SOARES; SIEWERDT, 2005). Com sua expansão, vai se modernizando e se fortalecendo comercialmente, bem como ganha o destaque devido à geração de empregos (LEANDRO *et al.*, 2005, DA SILVA *et al.*, 2009).

A espécie *Coturnix coturnix japônica* é mais difundida no Brasil, linhagem com baixo peso corporal com maior utilização na produção de ovos. Em 2017, o número de codornas no Brasil chegou a 15,5 milhões de animais, com aumento de aproximadamente 1,4 milhões de animais comparados ao ano de 2016, apresentando otimismo aos produtores, após a queda na produção, em 2015, em razão da redução no consumo de ovos e carne de codornas. O Ceará é o 6º maior produtor de codornas do Brasil, tendo o estado de São Paulo como maior produtor com mais de 4,4 milhões de animais (IBGE, 2017a).

A coturnicultura apresenta boas perspectivas para os próximos anos, prevendo um alojamento de mais de 36 milhões de aves no ano de 2020, porém, para isso são necessárias mais pesquisas em todos os segmentos da coturnicultura (BERTECHINI, 2010).

## 2.2 Coturnicultura de corte

No Brasil, os sistemas de produção de codornas são voltados para atender o mercado de ovos e, recentemente, vêm agregando valor ao abate destes animais (ALMEIDA *et al.*, 2002). Com isso, iniciou-se a exploração de outra subespécie de codornas (*Coturnix coturnix coturnix*), sendo que essa ave apresenta maior peso corporal, coloração marrom mais intensa, temperamento nitidamente calmo, peso e maior tamanho dos ovos, resultando em uma melhor comercialização (OLIVEIRA, 2001). Além disso, possuem mais aceitabilidade do consumidor por possuírem uma carne macia, de alto valor nutritivo e peculiar sabor (PANDA; SINGH, 1990).

Da Silva *et al.* (2009) afirmam ainda que a codorna é uma excelente alternativa para alimentação humana, pois pode ser utilizada tanto para a produção de ovos quanto para a produção de carne, que é aceita universalmente por ser um produto de excelente qualidade e rica em aminoácidos essenciais, sendo caracterizada pela cor escura, textura macia, sabor acentuado e com preparo similar ao da carne de frango (MORAES; ARIKI, 2000). Conforme os dados da Tabela 1, a carne de codorna apresenta alto conteúdo proteico e de aminoácidos e baixa quantidade de gordura (CUNHA, 2009).

A carne de codorna é fonte de ácidos graxos, vitaminas do complexo B (B12, B6), ácido pantotênico. Quando se compara a carne do frango, apresenta concentrações superiores de ferro, fósforo, cálcio, vitamina C e a maioria dos aminoácidos. Apresentando também bons resultados em relação a quantidade de colesterol comparada a carne do frango (Tabela 1).

A criação de codornas de corte é realizada de forma similar aos frangos de corte, com aves com alto potencial genético para produção de carne, oriundas de cruzamento com codorna Europeias (*Coturnix coturnix coturnix*), criadas geralmente em alta densidade, variando de 95 a 160cm<sup>2</sup>/ave em sistema de confinamento intensivo com escalonamento entre lotes. A criação em alta densidade tem como finalidade aumentar a produtividade por área, por meio da maior quantidade de aves alojadas por metro quadrado (SILVA, 2007).

No entanto, é necessário buscar soluções para fortalecer e retomar o crescimento na produção de codornas em todo país. Estudos na área de genética e nutrição são fundamentais para alavancar a produção da coturnicultura. Uma forma de ajudar na produção de codornas seria a busca por alimentos alternativos para, com isso, aumentar a diversidade de ingredientes a serem utilizados nas rações com o objetivo de tornar a atividade mais competitiva.

Tabela 1 - Composição nutricional da carne de frango (peito e coxa) e de codorna (em 100 gramas).

Componentes	Frango		Codorna
	Peito	Coxa + sobrecoxa	
Água(g)	69,46	65,42	69,65
Energia(kcal)	172	237	192
Proteína(g)	20,85	16,69	19,63
Gordura(g)	9,25	18,34	12,05
<b>Vitaminas</b>			
Minerais	1,01	0,76	0,90
Vitamina C (mg)	1,00	2,1	6,10
Tiamina (mg)	0,06	0,06	0,24
Riboflavina (mg)	0,08	0,14	0,26
Niacina (mg)	9,9	5,21	7,53
Ácido Pantotênico (mg)	0,8	0,99	0,77
Vitamina B6 (mg)	0,53	0,25	0,6
Vitamina B12 (mg)	0,34	0,29	0,43
Vitamina A (UI)	83,00	170,00	73,00
<b>Minerais</b>			
Cálcio (mg)	11,00	11,00	13,00
Ferro (mg)	0,74	0,98	3,97
Fósforo (mg)	174,00	136,00	275,00
<b>Lipídios</b>			
Ácidos graxos saturados (g)	2,66	5,26	3,38
Ácidos graxos monoinsaturados (g)	3,82	7,65	4,18
Ácidos graxos poliinsaturados (g)	1,96	3,96	2,98
Colesterol (mg)	64,00	81,00	76,00
<b>Aminoácidos</b>			
Triptofano (g)	0,23	0,18	0,28
Treonina (g)	0,87	0,68	0,94
Leucina (g)	1,53	1,20	1,61
Lisina (g)	1,72	1,34	1,64
Metionina (g)	0,56	0,44	0,59
Cistina (g)	0,27	0,22	0,34

Fonte: Moraes e Ariki (2009).

### 2.3 Alimentação de codornas e o uso de alimentos alternativos

Um ponto fundamental para o desenvolvimento da coturnicultura é a alimentação, pois ela afeta os custos de produção desde a base, até o topo da cadeia produtiva, chegando a representar de 70% a 80% dos custos totais da produção. Ao longo dos anos, o conhecimento em nutrição de codornas evoluiu e passaram a ser formuladas rações mais eficientes, com um menor custo possível, objetivando melhor rentabilidade da atividade (GARCIA; PIZZOLANTE, 2004; CUNHA, 2009; SILVA *et al.*, 2012).

As dietas para codornas são formuladas com base nas recomendações nutricionais propostas pelo *National Research Council* (NRC), o qual recomenda para as fases inicial e de crescimento níveis de 24% de proteína bruta e 2900 kcal de energia metabolizável (EM/kg) de dieta para codornas japonesas (NRC, 1994). Silva e Costa (2009) também apresentaram as exigências nutricionais para codornas de corte, em todas as idades, o qual recomenda durante o período total (1 a 42 dias) níveis de 23% de proteína bruta e 2900 kcal de energia. As dietas de codornas de corte também podem ser formuladas com base em extrapolações de valores nutricionais constantes nas tabelas de exigências para frangos de corte ou codornas de postura, as quais podem não ser adequadas para o máximo desempenho dessas aves (CORRÊA *et al.*, 2006).

Tradicionalmente, o milho e o farelo de soja são os alimentos com maior proporção das dietas das aves, juntos correspondendo a 90% dos ingredientes usados nas rações balanceadas. O farelo de soja é um ingrediente utilizado devido ao elevado valor proteico (45,32%) e com um excelente equilíbrio em aminoácidos e com alta digestibilidade, torna-se o mais adequado suplemento proteico vegetal disponível para alimentação animal (GOMES, *et al.*, 2007; ROSTAGNO *et al.*, 2017). Já o milho, caracteriza-se por ser um ingrediente que fornece energia com aproximadamente 3.936 kcal/kg de energia bruta e 3.464 de energia metabolizável para aves (ROSTAGNO *et al.*, 2017), com alta quantidade de carboidratos, sendo esses cerca de 72% amido (SILVA, 2016), e o insumo que apresenta maior valor econômico nas rações, responsável em até 40% dos custos das rações (GOMES *et al.*, 2007).

Uma solução para redução dos custos altos com a alimentação de codornas seria a utilização de alimentos alternativos (CUNHA, 2009). Para ser considerado um alimento alternativo, o insumo deve apresentar qualidade nutricional e estar disponível em uma determinada região por um período mínimo de tempo e em quantidade que possa permitir uma troca significativa com aquele alimento convencionalmente utilizado (FIALHO, 1992). O seu uso busca reduzir os custos de produção, em épocas do ano, ou em determinada região que tenha dificuldade em adquirir insumos tradicionais na alimentação animal (CUNHA *et al.*, 2009).

A utilização de alimentos alternativos tem sido bastante estudada para rações de frangos de corte e poedeiras. Entretanto, Murakami e Furlan (2002) alertam que a utilização das informações provenientes da avaliação de alimentos alternativos em dietas de uma determinada espécie de aves, nas formulações de outras espécies, pode ser equivocada, em razão das diferenças anatômicas, fisiológicas e comportamentais das aves, diferenciando-se

das demais em eficiência alimentar e produtividade. Por isso, é ideal incentivar pesquisas que busquem determinar valores específicos de utilização de alimentos para cada espécie, possibilitando a formulação e o uso de rações mais eficientes. Nascimento *et al.* (2005) ressaltaram a importância nas pesquisas com alimentos alternativos energéticos e proteicos, com finalidade de propiciar um bom desempenho produtivo e reprodutivo das aves, bem como reduzir o custo de alimentação para que os produtores possam obter mais lucratividade.

Uma opção para ser estudada como alimento alternativo na produção de codornas de corte são os restos de culturas agrícolas e os resíduos das agroindústrias, em razão da forte aptidão agrícola brasileira, tendo exemplo as sementes de maracujá, visto a participação do Brasil na produção mundial de maracujá e o volume de resíduo gerado após o processamento, cerca de 60 a 70% do peso do fruto (FERRARI *et al.*, 2004).

#### **2.4 Semente de maracujá**

O maracujá é um nome de origem de tribos indígenas (Tupi e Guarani), deriva da palavra murukuia, que significa alimento em forma de cuia (VANDERPLANCK, 1991). O maracujá pertence à família *Passifloráceas*, de ordem *Passiflorales*, o principal cultivado no Brasil é do gênero *passiflora* que possui mais de 400 espécies, com origem na América tropical, com cerca de 120 nativas do Brasil e cultivado principalmente no Brasil, Peru e Colômbia (SANT'ANNA, 2001). O maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) é a principal variedade cultivada, representando 95% da produção brasileira (MELETTI; BRUCKNER, 2001), tendo uma produção de 694.539 toneladas por ano, com um rendimento médio de 13.662 Kg/ha com uma área plantada ou destinada a colheita de 51.187 ha, o que coloca o Brasil no primeiro lugar no ranking mundial dos países produtores de maracujá no ano de 2015. Por sua vez, o Ceará é o segundo maior produtor do País, ficando atrás apenas do estado da Bahia (IBGE, 2015). No ano de 2017, a produção no estado foi de aproximadamente 95.000 toneladas (IBGE, 2017b).

Considerando que aproximadamente 60% do maracujá é resíduo (casca e sementes) oriundo do processamento (ASCHERI *et al.*, 2013) para obtenção de polpa e suco, estima-se que, em 2015, o beneficiamento da fruta gerou 416.723,40 mil toneladas de resíduos, que podem representar grandes problemas ambientais se não receberem um destino adequado.

As sementes presentes no maracujá representam cerca 12% do peso total do fruto e são boas fontes proteínicas com 8 a 12 % e com maior presença dos aminoácidos arginina, ácido

glutâmico e ácido aspártico (Tabela 2); minerais como o sódio, magnésio e fósforo com 2,98; 1,54 e 1,25 mg/g respectivamente (Tabela 3) e de ácido graxos com teor de 28 a 30% de gordura, além de um elevado teor de compostos fenólicos, com possível ação antioxidante e antibiótica (JORGE *et al.*, 2009, LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013). O processo prensagem das sementes de maracujá para extração do óleo gera a torta, cujo teor de proteína (14,4%) e concentração de compostos fenólicos é superior ao das sementes, com teor de gordura em torno de 5,17 a 5,61% (WILHELM *et al.*, 2014). As sementes do maracujá, caracterizadas pelo formato oval, comprimidas lateralmente, numerosas, com testa endurecida, reticulada e verrugosa (MANICA, 1981), representam 6 a 12% do peso do fruto. As sementes são tolerantes à perda de umidade, bem como servem como fonte de ácidos graxos, carboidratos, proteínas e minerais (OLIVEIRA *et al.*, 2002; FERRARI *et al.*, 2004; MALACRIDA; JORGE, 2012), o que pode possibilitar a sua utilização na alimentação animal.

Tabela 2 - Composição centesimal da semente de maracujá de acordo com diferentes autores

Autores	Composição centesimal					Energia bruta (kcal/kg)
	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Extrato etéreo (%)	Cinzas (%)	Fibra bruta (%)	
Jorge <i>et al.</i> (2009)	93,11	12,57	28,12	1,47	44,65	-
Chau & Huang (2004)	93,0	8,25	24,50	1,34	64,80	-
Fachinello <i>et al.</i> (2016)	92,33	11,34	18,84	3,52	-	5.569
Malacrida & Jorge (2012)	92,62	12,23	30,39	1,27	48,37	-
Zanetti (2015)	92,21	10,68	18,84	3,52	26,4	5.689

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A composição química da semente do maracujá pode variar (Tabela 2) de acordo com as características do tipo de solo da região, diferentes formas de cultivo e a adubação que é um fator importante na qualidade do fruto do maracujazeiro (MENDONÇA *et al.*, 2006). As sementes de maracujá também são fonte de minerais que podem variar conforme a forma cultivada (Tabela 3). Outro fator importante que pode influenciar sua composição é o processamento, como a retirada do óleo para obtenção do farelo da semente ou somente a moagem da semente para facilitar sua utilização. Além disso, a influência de outras partes do fruto pode alterar os valores nutritivos, por exemplo, frações da casca com a semente e a qualidade da prensa utilizada (WILHELM *et al.*, 2014).

Tabela 3 - Composição mineral da semente de maracujá

Elementos Minerais	Semente de maracujá (mg/g de matéria seca)
Sódio	2,98
Magnésio	1,54
Fósforo	1,25
Potássio	0,85
Cálcio	0,54
Ferro	0,20
Zinco	0,05
Manganês	0,01
Cobre	0,01

Fonte: Liu *et al.* (2008).

Estudos de determinação do teor de proteína e perfil aminoácido da semente do maracujá também mostram variações, conforme pode ser observado na Tabela 4, quando são apresentados os valores de proteína bruta e aminoácidos de quatro amostras diferentes. Quando expresso em porcentagem de teor de proteína, a composição de aminoácidos essenciais da semente de maracujá é ligeiramente inferior à do milho, com exceção da metionina e da arginina. Os teores de arginina, fenilalanina e ácido glutâmico são maiores que os de milho e farelo de soja. A variação nos dados ocorre, em grande parte, em razão do pequeno número de amostras analisadas e um processo de secagem instável das sementes (ROMO; NAVA, 2007).

Em comparação com outros subprodutos como resíduos de acerola e goiaba, as sementes de maracujá apresentaram um baixo teor de lignina e hemicelulose, 5,77% e 6,51%, respectivamente. No entanto, essas sementes podem ser caracterizadas como fonte de fibra por conta dos altos índices de celulose (37,05%) e pectina (18,34%), apresentando teores 50,22 e 43,71% das fibras em detergente neutro e ácido, respectivamente (LOUSADA JUNIOR *et al.*, 2006). Chau e Huang (2004) verificaram que as sementes de maracujá (*P. edulis*) são ricas em lipídeos, fibras dietéticas insolúveis, contendo pequena quantidade de fibras dietéticas solúveis, proteínas, cinzas e carboidratos. Os autores observaram que hamsters alimentados com fibras obtidas de sementes de maracujá apresentaram redução significativa para os níveis de triglicerídeos séricos em hamsters, evidenciando, assim, que o consumo de fibras insolúvel obtidas de sementes de maracujá poderia efetivamente reduzir os níveis de triglicerídeos séricos em roedores.

Outro fator positivo, é que os resíduos das frutas tropicais, de modo geral, apresentam um alto teor de compostos fenólicos com capacidade antioxidante (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011; INFANTE *et al.*, 2013). Com isso, os resíduos de maracujá podem ser caracterizados como um ingrediente alternativo com propriedades funcionais antioxidante e atividades antibacterianas (LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013). Malacrida e Jorge (2012) encontraram,



avaliando as propriedades antioxidantes do óleo da semente de maracujá, quantidades de compostos fenólicos e tocoferóis semelhantes às de outros óleos comestíveis, comprovando uma atividade antioxidante significativa.

Tabela 4 - Teor de aminoácidos da semente de maracujá, milho e soja

Item	Amostras de semente de maracujá					Milho	Farelo de soja
	1	2	3	4	Média		
Matéria seca (%)	92,92	93,09	93,99	93,98	93,5	13	11,7
Proteína bruta (%)	8,82	10,29	10,95	12,01	10,52	8,1	47,5
Aminoácidos	%						
Metionina	0,23	0,24	0,29	0,30	2,56	2,20	1,37
Cistina	0,18	0,17	0,22	0,23	1,9	2,30	1,51
Metioninat+ Cistina	0,41	0,41	0,51	0,52	4,37	4,49	2,87
Lisina	0,22	0,24	0,26	0,28	2,37	3,01	5,99
Treonina	0,28	0,31	0,33	0,34	3,04	3,61	3,87
Arginina	1,23	1,24	1,52	1,59	13,30	4,68	7,25
Isoleucina	0,26	0,29	0,32	0,34	2,85	3,29	4,46
Leucina	0,53	0,57	0,64	0,66	5,70	11,39	7,50
Valina	0,37	0,39	0,44	0,48	3,99	4,66	4,73
Histidina	0,22	0,22	0,25	0,27	2,28	2,71	2,58
Fenilalanina	0,70	0,73	0,88	0,88	7,60	4,51	4,99
Glicina	0,46	0,47	0,55	0,57	4,85	3,91	4,20
Serina	0,44	0,47	0,54	0,54	4,75	4,70	5,01
Prolina	0,33	0,35	0,43	0,44	3,71	8,51	4,93
Alanina	0,40	0,44	0,48	0,49	4,28	7,06	4,27
Ácido aspártico	0,77	0,82	0,94	0,98	8,37	6,76	11,42
Ácido glutâmico	1,81	1,84	2,28	2,30	19,58	17,59	17,80
Amônia	0,18	0,25	0,24	0,24	0,23	-	-

Fonte: Romo e Nava (2007).

A ação antioxidante dos compostos fenólicos é importante na redução da oxidação lipídica, pois, quando incorporados à alimentação, além de haver a possibilidade de que sejam transferidos para o alimento ajudando a conservar a sua qualidade, também reduzem o risco de desenvolvimento de patologias decorrentes do estresse oxidativo no organismo animal (MARTÍNEZ VALVERDE *et al.*, 2000), uma vez que a presença de compostos fenólicos, geralmente existente nas frutas, como ácido ascórbico (vitamina C), ácidos hidroxicarboxílicos e carotenoides, pode inibir a atividade oxidante (POKORNÝ, 2007). Com base no estudo realizado por Jorge *et al.* (2009), o valor da concentração eficiente (CE50), em  $\mu\text{g ml}^{-1}$ , definido como a concentração de extrato necessária para atingir 50% de atividade

antioxidante, no extrato de sementes de maracujá, foi de 113,41  $\mu\text{g mL}^{-1}$  e a concentração de compostos fenólicos totais foram de 42,93 mg g<sup>-1</sup>, em equivalentes de ácido gálico.

## 2.5 Torta da semente de maracujá

A torta da semente do maracujá é um produto obtido do processo de extração do óleo dessas sementes, sendo que as técnicas e equipamentos para a extração do óleo dessas sementes vêm sendo aperfeiçoadas pela indústria. O processo de extração do óleo mais usual é resultante de prensagem mecânica, sendo necessária a remoção prévia do arilo presente nas sementes de maracujá. A arilo é uma película que forma aglomerados de sementes e promove absorção de umidade e fermentação, além de favorecer o meio favorável a ação de lipases, enzimas que hidrolisam os triacilgliceróis, gerando ácidos graxos livres, com consequente redução da qualidade do óleo (WILHELM *et al.*, 2014).

O processo de extração do óleo das sementes de maracujá, por meio de prensagem, gera em torno de 20 a 23% de óleo e 77 a 80% de torta da semente de maracujá desengordurada, cujo tamanho médio da partícula e a densidade, após o processo de moagem é, respectivamente, de  $511 \pm 80 \mu\text{m}$  e  $550 \pm 50 \text{ g/L}$  (ROMO; NAVA, 2007). O óleo obtido das sementes, rico em ácidos oleico, linoleico, linolênico e palmítico, é aproveitado nas indústrias de cosméticos, e pode ser também utilizado na alimentação. Já a torta desengordurada, é um subproduto atrativo com potencial para alimentação das aves em função do teor de proteína e o perfil de aminoácidos, bem como o valor energético e possível atividades antioxidante e antibiótica (LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013). Esse uso pode ser uma alternativa para agregar valor à indústria de extração de óleo e evitar o descarte inadequado no meio ambiente que pode promover poluição (WILHELM *et al.*, 2014).

O óleo extraído da semente de maracujá corresponde a 25,7% do peso do farelo seco (FERRARI *et al.*, 2004) e abrange uma boa quantidade de ácidos graxos insaturados (87,59%) com predominância do ácido linoleico (73,14%), oleico (13,83%) e linolênico (0,41%) (MALACRIDA; JORGE, 2012). Segundo Liu *et al.* (2008), a composição do ácido graxo do óleo de semente indica que o óleo contém dois ácidos graxos essenciais (ácido linoleico e ácido linolênico), mas o conteúdo de ácido linoleico ( $72,69 \pm 0,32\%$ ) é muito maior do que o ácido linolênico ( $0,26 \pm 0,01\%$ ) e o conteúdo de ácido oleico é de  $16,25 \pm 0,25\%$ .

Após a extração do óleo da semente de maracujá por prensagem mecânica hidráulica em extrator tubular, Araújo *et al.* (2009) obtiveram 22% de óleo, e torta com 10,17% de

umidade, 14,58% de proteína bruta, 7,01% de lipídeos, 2,03% de cinzas e 66,22% de carboidratos totais. Perar *et al.* (2017) encontraram valores de 14,4% de proteína bruta e 9,89% de lipídeos. Já Wilhelm *et al.* (2014) identificaram valores em torno de 24% de óleo nas sementes de maracujá utilizando a prensagem mecânica. Os autores ainda constataram no estudo que, mesmo após a prensagem, o teor de óleo na torta é em torno de 5,17 a 5,61%, mostrando eficiência no processo de extração.

A prensagem não remove completamente o óleo da semente, geralmente, sendo o teor residual na torta menor que 8% quando é realizado por prensagem mecânica, diferente dos valores encontrados para extração por solvente, que apresentam menos de 0,5% de óleo residual (WILHELM *et al.*, 2014). Estudos constataram que o rendimento do óleo varia com relação ao funcionamento da prensa e sua otimização, bem como foi observado que a qualidade do óleo obtido pode sofrer influência das condições de utilização da prensa (PIGHINELLI *et al.*, 2008).

Com uma produção estimada em 95.000 t/ano de maracujá no estado do Ceará e 554.598 t/ano no Brasil (IBGE, 2017b), além do rendimento da semente sendo de 6 a 12% do peso do total do fruto (FERRARI *et al.*, 2004), considerando um valor médio de 8% e com rendimento de óleo de 22% (ARAÚJO *et al.*, 2009), são geradas em torno de 1.672 toneladas de óleo e, aproximadamente, 6.000 toneladas de torta da semente de maracujá por ano apenas no estado do Ceará e no Brasil 9.760 toneladas de óleo e 35.000 toneladas de torta da semente de maracujá.

O uso de sementes e seus derivados deve ser incentivado, uma vez que fornece desenvolvimento da sustentabilidade, reduzindo o uso de resíduos orgânicos e pode aumentar a produção de alimentos por conter alto valor nutricional (SILVA *et al.*, 2015).

## **2.6 Uso da semente e da torta da semente de maracujá na alimentação das aves**

Após o processamento na indústria de sucos e polpas, a semente de maracujá é secada e, em seguida, é moída para alimentação animal ou é realizada a extração do óleo da semente (ROMO; NAVA, 2007).

Em ensaio de digestibilidade, Fachinello *et al.* (2016) analisaram o uso da semente de maracujá em diferentes níveis de substituição da dieta basal de codornas de corte, encontraram valores de 2.976 e 2.939 kcal/kg de energia metabolizável aparente e corrigida pelo balanço de nitrogênio, respectivamente. Além disso, observaram um efeito quadrático

para energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, estimando a melhor inclusão da semente ao usar, respectivamente, 6,56 e 7,72% nas dietas de acordo com as equações ajustadas  $EMA = 3,168 + 111,100x - 8,469x^2$  ( $R^2 = 0,59$ ) e  $EMAn = 2,821 + 156,756x - 10,150x^2$  ( $R^2 = 0,50$ ). Para o autor, esses resultados foram obtidos por conta do alto teor e fibra presente na semente de maracujá, pois a metabolização aparente da fibra em detergente neutro (FDN) diminuiu linearmente de acordo com os níveis aumentados da semente de maracujá nas dietas experimentais, ( $Y = 12,48 + 0,087x$ ,  $R^2 = 0,71$ ), com valor de metabolização de 12,48%. Também foram ajustadas equações para proteína bruta ( $Y = 6,35x + 0,008$ ,  $R^2 = 0,75$ ), extrato etéreo ( $Y = 17,9x - 0,013x^2$ ,  $R^2 = 0,99$ ), resultando em valores de metabolização de 6,35 e 17,9 respectivamente, e para matéria seca foi ajustada a equação ( $Y = 45,66x + 0,076$ ,  $R^2 = 0,91$ ), em que o coeficiente angular (45,66%) representa a matéria seca metabolizável. Com os valores identificados, foi possível constatar que houve aumento na taxa de passagem em razão dos altos valores de fibra encontrados na semente de maracujá.

Fachinello *et al.* (2016) encontraram os seguintes coeficientes de metabolizabilidade aparente da semente de maracujá para codornas de corte: matéria seca de 49,51%, proteína bruta de 56,00%, extrato etéreo de 95,00% e FDN 24,85%, energia de 53,44% e energia corrigida pelo balanço de nitrogênio 52,77%; valores inferiores comparados aos do milho que apresentam coeficientes de metabolização de 74,27% e 74,58% para energia e energia corrigida pelo balanço de nitrogênio, sendo a diferença nos valores atribuída pelos autores ao alto teor de fibra, principalmente de pectina, encontrado (18,34%) na semente do maracujá, que não é hidrolisada pelas enzimas digestivas das aves e pelo efeito higroscópico da pectina no trato gastrointestinal provocando a depressão da energia bruta desta matéria-prima. Para os autores, o valor do coeficiente de metabolização do extrato etéreo ocorre em razão da presença de ácidos graxos poli-insaturados especialmente o linoleico, sendo que as aves acabam utilizando os ácidos graxos não saturados mais eficientemente.

Ariki *et al.* (1977) encontraram o valor de energia metabolizável aparente de 1.635 kcal/kg para o uso da semente de maracujá na alimentação de frangos de corte, enquanto Romo e Nava (2007) identificaram o valor de 1.950 kcal/kg de semente de maracujá na alimentação de galinhas poedeiras. A diferença entre os valores de energia pode ser relacionada com a composição química da semente, que é variável conforme o estágio de maturação da fruta, modificando a concentração de sólidos totais, bem como em função do tipo de ave a partir das quais foi conduzido o ensaio para determinação.

Com relação ao consumo de frango de corte com a inclusão da semente de maracujá na ração, Arika *et al.* (1977) observaram que não houve diferença significativa entre tratamentos para nenhuma das variáveis de desempenho (consumo de ração, peso corporal, conversão alimentar e mortalidade), os resultados mostraram que não houve prejuízo no desempenho ao incluírem até 8% da semente de maracujá na alimentação dos frangos de corte. Por isso, embora os níveis mais elevados da inclusão da semente de maracujá tenham aumentado o teor de fibra da dieta, eles não afetaram o consumo de ração. O teste preliminar indicou que o maracujá pode ser incluído nas dietas de frangos de corte.

Togashi *et al.* (2007) testaram a inclusão da semente de maracujá em até 8% nas rações de frangos de corte e concluíram que o uso da semente de maracujá não apresentou diferença no peso da carcaça, do peito, da coxa e sobrecoxa, do fígado, da moela, da gordura abdominal, no rendimento de carcaça, na porcentagem de gordura no peito e na coxa e sobrecoxa. No entanto, a utilização de semente de maracujá reduziu o conteúdo de ácidos palmítico C16:0, esteárico C18:0 e docosahexaenóico C22:6 do peito. Na perna (coxa mais sobrecoxa), a semente do maracujá aumentou o teor de ácido linoleico C18:2, linolênico C18:3 e palmítico C16:0 e reduziram o de C18:0, ácido esteárico. Em continuidade, Togashi *et al.* (2008) testaram em até 8% de inclusão a semente do maracujá, observaram que seu uso não apresentou diferença significativa para peso médio aos 42 dias, consumo de ração, ganho de peso, porém a conversão alimentar salientou melhores resultados comparados ao tratamento controle. Vale ressaltar ainda que o uso da semente maracujá em rações para frangos pode reduzir o nível de colesterol no peito e na perna.

Já Reis *et al.* (2015) utilizaram a semente de maracujá em até 12,5% de inclusão na alimentação de frangos de corte da linhagem Cobb, em diferentes idades (1 a 21 dias e 1 a 42 dias) e observaram que o uso da semente de maracujá não alterou o consumo, nem o ganho de peso em ambas as idades. Entretanto, apresentou uma diferença significativa em comparação a ração controle com relação à conversão alimentar, tendo uma pior conversão alimentar para os níveis 7,5, 10 e 12,5%. Assim, foi possível concluir que a semente de maracujá pode ser utilizada em até 5% nas diferentes idades, sem prejudicar o desempenho.

Zanetti (2015) realizou experimentos utilizando semente de maracujá na alimentação de frangos de corte da linhagem Cobb e encontrou, em ensaios preliminares, valores de energia metabolizável aparente (EMA) de 3.954 kcal/kg e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de 3.945 kcal/kg. O coeficiente de metabolizabilidade aparente corrigido foi de 69,34%.

Posteriormente, testou diferentes níveis de inclusão da semente de maracujá (2,5% a 12,5%) nos períodos de 1 a 21 dias e 1 a 42 dias e constatou que não há diferença no consumo de ração e ganho, porém houve uma piora na conversão alimentar em ambos os períodos para o uso da semente a partir de 7,5%, verificando também uma piora linear para conversão alimentar ( $^1Y = 1,4047 + 0,0051x$ ;  $R^2 = 0,94$   $Y = 1,6377 + 0,006x$ ;  $R^2 = 0,91$ , respectivamente). Não foi encontrada também diferença entre os tratamentos para os níveis de colesterol total sanguíneo, resultado não esperado visto o alto valor de pectina (18,34%) que poderia reduzir o teor de colesterol total e colesterol LDL do sangue. Aos 21 dias de idade, foi observada a redução linear ( $^1Y = 107,42 - 1,9396x$ ;  $R^2 = 0,96$ ) dos triglicerídeos sanguíneos, à medida que aumentaram os níveis da semente de maracujá na dieta. O peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento do intestino delgado não foram influenciados pelos níveis da semente de maracujá nas dietas aos 21 dias de idade e, aos 42 dias de idade, apenas o peso relativo do fígado apresentou diferença significativa comparada ao tratamento controle tendo redução no seu peso à medida que aumentou o nível da inclusão da semente de maracujá ( $Y = 2,2196 - 0,1157x + 0,0078x^2$ ;  $R^2 = 0,90$ ). O rendimento da carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal dos frangos também não apresentou diferença significativa (ZANNETI *et al.*, 2017).

Com relação à oxidação lipídica e o tempo de armazenamento da carne de frangos, Zanneti *et al.* (2017) observaram efeito apenas entre os tempos de armazenamento. No primeiro dia, as amostras de carne do peito de todos os tratamentos apresentaram um maior teor de malonaldeído, indicando assim maior oxidação. Já no trigésimo dias, as amostras com 5% de inclusão da semente de maracujá apresentaram valores de oxidação similares ao tratamento controle e no sexagésimo dia foram encontrados os menores valores de malonaldeído, o que indica que no nível de 5% da inclusão da semente de maracujá, os compostos fenólicos conseguiram retardar e diminuir a oxidação lipídica da carne.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os protocolos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFC) da Universidade Federal do Ceará, sob o protocolo nº 8752160418, sendo aprovados na reunião de 30/05/2018.

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no município de Fortaleza-CE.

As sementes de maracujá foram provenientes de uma unidade beneficiadora que utiliza o maracujá para produção de polpas de frutas, localizada no município de Aquiraz - CE. As sementes foram submetidas à lavagem em água corrente e ação manual de movimentos de fricção sobre malha de nylon para auxiliar na remoção do arilo e mucilagem. Em seguida, foram secas naturalmente sobre lonas plásticas, sendo revolvidas ao longo do dia. O processo de secagem teve a duração de 3 dias até a obtenção de 85% de MS para que as sementes fossem posteriormente ensacadas.

As sementes de maracujá testadas na alimentação das codornas foram submetidas ao processo de moagem em moinho tipo facas equipado com peneira de 2,5 mm. Já a torta da semente de maracujá testada foi obtida por meio do método de prensagem mecânica, para remoção do óleo, com a utilização de uma prensa mecânica da empresa Scott Tech, modelo ERT 40-V1, com potência de 0,75 KW. Tanto o processo de moagem quanto o de prensagem mecânica, foram realizados na fábrica de ração da Universidade Federal do Ceará.

#### 3.1 Determinação da composição química e energia metabolizável da semente de maracujá para codornas de corte

Foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal (LANA/DZ/CCA/UFC) amostras da semente de maracujá para a determinação dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), de acordo com Silva e Queiroz (2002). Além disso, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme a metodologia de Van Soest *et al.* (1991) e energia bruta por meio de bomba calorimétrica modelo IKA C200. A determinação das concentrações dos minerais, cálcio, fósforo, potássio, sódio, nas amostras de semente do maracujá, foi realizada no Laboratório de solos da EMBRAPA Agroindústria Tropical em Fortaleza-CE, sendo as amostras preparadas

por meio de digestão em uma mistura de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub> a 65%) e ácido perclórico (HClO<sub>4</sub> a 72%), na proporção de 3:1 a partir da metodologia descrita por Silva *et al.* (2009) e concentração determinada em espectrofotometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), utilizando espectrômetro simultâneo Perkin Elmer (Optima 4300DV).

Inicialmente, foi conduzido um ensaio de metabolismo com codornas de corte usando o método tradicional de coleta total de excretas. Foram utilizadas 108 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) com de 21 dias de idade, por um período de oito dias, sendo quatro dias para adaptação às condições experimentais e quatro dias para a coleta das excretas para posteriores análises. Os animais foram manejados por meio das recomendações técnicas para o período de 1 a 20 dias de idade. Aos 21 dias, as aves foram pesadas e selecionadas conforme o peso médio, utilizando a metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2007), para a condução do ensaio de metabolismo.

As aves foram alojadas em baterias de gaiolas metálicas, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado em 3 tratamentos com 6 repetições de 6 aves por unidade experimental, sendo o peso médio inicial das codornas de 0,130 kg ± 0,005.

Os tratamentos consistiram em uma ração referência à base de milho e farelo de soja (Tabela 5), considerando os níveis nutricionais recomendados por Silva e Costa (2009) e duas rações testes, com substituições de 20 e 40% da ração referência (RR) pela semente de maracujá (SM).

Durante todo o período experimental, a água e a ração foram ofertadas à vontade e os comedouros foram abastecidos com ração duas vezes ao dia, a fim de evitar desperdícios. Foi adotado um programa de luz com 24 horas por dia (natural + artificial), utilizando lâmpadas fluorescentes de 40 watts, com a finalidade de estimular o consumo de ração.

No início e no final do período das coletas, as rações foram pesadas para quantificar o consumo. Para a coleta das excretas, foram utilizadas bandejas de alumínio individualizadas por parcela experimental sob as gaiolas e previamente revestidas com plástico com o objetivo de evitar perda das amostras de excretas.

As excretas coletadas para análise foram identificadas a partir da adição de 1% de óxido férrico nas rações, como marcador para sinalizar o início e o final das coletas, inicialmente sendo coletadas apenas as excretas marcadas com óxido férrico e ao final coletadas as excretas sem o óxido férrico.



Tabela 5 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados da ração referência

Ingredientes	%
Milho	53,88
Farelo de soja	40,92
Óleo de soja	2,17
Calcário calcítico	1,22
Fosfato bicálcico	0,88
Sal comum	0,36
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,20
DL – metionina	0,24
Cloreto de colina	0,05
L- lisina	0,04
Anticoccidiano	0,05
<b>Composição nutricional e energético calculado</b>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950
Proteína bruta (%)	23,00
Potássio (%)	0,23
Cálcio (%)	0,75
Fósforo disponível (%)	0,29
Sódio (%)	0,16
Cloro (%)	0,26
Lisina digestível (%)	1,17
Metionina digestível (%)	0,54
Metionina + cistina digestível (%)	0,85
Treonina digestível (%)	0,78
Triptofano digestível (%)	0,26
Valina digestível	0,96

<sup>1</sup>Composição por kg do produto: Ferro – 50,00 g; Cobre – 12,00 g; Manganês – 60,00 g; Zinco – 50,00 g; Iodo – 1.000,00 mg; Selênio – 400,00 mg; Vit. A – 20.000.000,00 UI; Vit. D3 – 5.000.000,00 UI; Vit. E – 100.000,00 UI; Vit. K3 – 6.000,00 mg; Vit. B1 – 7.000,00 mg; Vit. B2 – 15,00 g; Niacina – 80,00 g; Ácido pantotênico – 30,00 g; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 4.000,00 mg; Biotina – 200,00 mg; Vit. B12 – 36.000,00 mg.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para análise das amostras de excretas, foi feito o descongelamento do material à temperatura ambiente, homogeneizado individualmente para a retirada de uma amostra. A pré-secagem foi realizada em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm para posterior análises.

As amostras das excretas e das rações experimentais foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do DZ/CCA/UFC para a determinação da matéria seca e nitrogênio, segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica modelo IKA C 200. Para os cálculos dos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), nitrogênio (CMN) e energia bruta (CMEB), foram

utilizados os dados laboratoriais aplicando-os às equações propostas por Matterson *et al.* (1965).

### **3.2 Ensaio de desempenho: níveis de semente de maracujá nas rações de codornas de corte**

No segundo experimento, foi avaliada a inclusão da semente de maracujá na ração de codornas de corte em diferentes níveis. Foram utilizadas 432 codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade, alojadas em um galpão convencional de alvenaria com dimensões de 9,5 m de largura e 9m de comprimento, distribuídas em 36 boxes com dimensões de 0,60 x 0,60m, contendo comedouro tipo tubular e bebedouro tipo copo pressão.

Na primeira semana de idade, 1 a 7 dias, as codornas foram alojadas em círculo de proteção contendo comedouros tipo bandeja, bebedouro tipo copo de pressão e campânulas, utilizadas como fonte de calor, para aquecimento das aves. Todas as aves receberam ração e água à vontade. Aos sete dias de idade, as aves foram selecionadas pelo peso médio corporal do lote  $38,6g \pm 0,67g$  e distribuídas nas parcelas de acordo com indicações de Sakomura e Rostagno (2007). Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 tratamentos, consistindo de uma ração controle e as demais com níveis crescentes de inclusão da semente de maracujá (5 10 15, 20 e 25%), com 6 repetições de 12 aves por unidade experimental. As rações experimentais foram formuladas sendo isonutrientes e isoenergéticas, segundo as exigências propostas por Silva e Costa (2009), como observados na Tabela 6.

Os valores de composição química dos alimentos indicados por Rostagno *et al.* (2017) foram considerados, exceto para a semente de maracujá, para a qual foi considerado o valor de energia metabolizável aparente corrigido pelo balanço de nitrogênio com níveis de 20% de substituição de semente de maracujá obtida no experimento anterior e valores de composição químico-bromatológica e mineral (Tabela 9) determinados segundo metodologia descrita por Silva *et al.*, (2009). A concentração dos minerais cálcio, potássio, sódio, magnésio, zinco, cobre e ferro foi determinada por espectrofotometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), utilizando espectrômetro simultâneo Perkin Elmer (Optima 4300DV).

Foi adotado um programa de luz de 24 horas por dia (natural + artificial), durante todo período experimental. Foram utilizadas lâmpadas fluorescentes de 40 watts, distribuídas a uma altura de 2,4 m do piso, de maneira que todas as aves recebessem luz de forma uniforme. A temperatura e umidade relativa do ar dentro do galpão foram medidas diariamente durante todo o período experimental por meio de três termohigrômetros distribuídos nos principais

pontos do galpão, realizando as leituras duas vezes ao dia (8h e 16h). As médias de temperatura ambiente mínima e máxima, e a umidade relativa do ar registrada dentro do galpão no período experimental no ensaio de desempenho zootécnico foram de 28,0°C, 32°C e 63%, respectivamente.

Tabela 6 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais contendo semente de maracujá para codornas de corte

Ingredientes	Preço <sup>1</sup> R\$/kg	Níveis de inclusão de semente maracujá					
		0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	1,16	53,88	50,05	46,23	42,40	38,00	32,42
Farelo de soja	1,96	40,92	40,33	39,75	39,15	38,69	38,41
Semente de maracujá	0,35	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Óleo de soja	2,80	2,17	1,58	0,99	0,39	0,00	0,00
Calcário calcítico	0,19	1,22	1,22	1,23	1,23	1,24	1,24
Fosfato bicálcico	3,70	0,87	0,87	0,85	0,84	0,82	0,81
Sal	0,60	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37
DL – metionina	18,63	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25
L- Lisina	11,18	0,04	0,05	0,05	0,09	0,07	0,07
Suplemento mineral <sup>2</sup>	6,84	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplemento vitamínico <sup>3</sup>	15,29	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Anticoccdiano	22,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto de colina	20,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,13
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/kg)		1,30	1,26	1,22	1,18	1,14	1,11
<b>Composição Nutricional e Energético Calculado</b>							
Energia Metabolizável (kcal/kg)		2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína Bruta (%)		23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Cálcio (%)		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fósforo disponível (%)		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Sódio (%)		0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloro (%)		0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
Lisina digestível (%)		1,17	1,15	1,13	1,12	1,10	1,08
Metionina digestível (%)		0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50
Metionina + cistina digestível (%)		0,85	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76
Potássio		0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,16
Treonina digestível (%)		0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
Triptofano digestível (%)		0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23
Valina digestível (%)		0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,84

<sup>1</sup>Valores de ingredientes obtidos em dezembro/2017 no município de Fortaleza-CE. <sup>2</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>3</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.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Foram avaliadas a digestibilidade dos nutrientes e energia metabolizável das rações, o desempenho produtivo, as características de carcaça, a estabilidade lipídica da carne, a qualidade da cama e a viabilidade econômica.

Para avaliar o efeito da inclusão da semente de maracujá sobre a metabolização dos nutrientes das rações, procedeu-se o método de coleta total de excretas, no período de 21 a 28 dias de idade, com três dias de adaptação e quatro dias de coleta. Aos 21 dias de idade, seis aves de cada parcela experimental foram alojadas em baterias com gaiolas metálicas, obedecendo ao mesmo delineamento experimental, com bandejas de alumínio revestidas com plástico, individualizadas por parcela experimental. No início e no final do período de coleta das excretas, as aves receberam ração com 1% de óxido férrico, para sinalizar o início e o final das coletas.

As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia, no início da manhã às 8h e no final da tarde às 16h. Ao final de cada coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e congeladas até o final do período experimental para determinação de excretas produzidas. As excretas foram descongeladas à temperatura ambiente, pesadas e homogeneizadas para proceder a pré-secagem, em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm, e encaminhadas com amostras das rações experimentais, ao LANA do DZ/CCA/UFC para determinação de matéria seca, cinzas, e nitrogênio, seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática bomba calorimétrica N.

Para avaliação de desempenho, as aves e as rações foram pesadas no início do experimento (7 dias de idade) e ao final do período experimental (42 dias de idade), para a obtenção do consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar. O consumo de ração foi obtido pela diferença da quantidade de ração fornecida no início do experimento e a quantidade de sobra no final do período experimental de cada parcela. O ganho de peso foi calculado pela diferença de peso médio da parcela aos 7 e 42 dias de idade. A conversão alimentar foi obtida pela relação de consumo de ração dividido pelo ganho de peso de cada parcela. Ao final, as variáveis foram corrigidas pela mortalidade.

Para a avaliação de carcaça, aos 42 dias de idade, duas aves de cada unidade experimental, um macho e uma fêmea, foram selecionados de acordo com o peso médio da parcela. Após jejum de 6 horas, as aves foram pesadas, eutanasiadas por eletronarcole com posterior sangria, escaldadas, depenadas e evisceradas. Após a retirada de cabeça, pescoço e

pés, a carcaça foi pesada para determinação do rendimento de carcaça utilizando o peso da ave em jejum. Em seguida, foram cortados, separados e pesados o peito inteiro, coxa + sobrecoxa, gordura abdominal, fígado e moela para cálculo de rendimento de cortes. O rendimento de peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal foram calculados em relação ao peso de carcaça quente. Os pesos relativos do fígado e da moela foram obtidos pela relação do peso dos órgãos pelo peso da ave em jejum.

As coxas + sobrecoxas e dorso das duas aves de cada parcela foram trituradas, divididas em duas subamostras, identificadas, congeladas em nitrogênio líquido a  $-80^{\circ}\text{C}$  e mantidas sob refrigeração ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), até o momento das análises de oxidação lipídica, sendo uma com um dia de armazenada e a outra com 60 dias armazenada. A avaliação da estabilidade lipídica ocorreu após o período de armazenamento das amostras determinando a concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), tal como descrito por Kang *et al.* (2001). A curva de calibração e o preparo das amostras para a determinação da oxidação lipídica da carne (TBARS) foram ações realizadas utilizando o método de extração ácido aquosa, segundo a técnica descrita por Kang, *et al.* (2001). Em um tubo de 15mL, foi pesada aproximadamente 2g de amostra que foi homogeneizada com 6,75mL de ácido perclórico (3,86%) e 18,75 $\mu\text{L}$  de BHT (4,5%). Em seguida, foram adicionados 18 mL de ácido perclórico 3,86% e o conteúdo homogeneizado em triturador Terrutec (Tecnal, Praticaba, SP) por 15 segundos a alta velocidade. O homogeneizado foi filtrado e 0,75mL transferidos para tubos de ensaio, com 0,75mL de ácido 2-tiobarbitúrico (20 mM). Os tubos foram aquecidos em banho de água fervente durante 30 minutos. Após o resfriamento até a temperatura ambiente, foi realizada a leitura no espectrofotômetro a 531nm. O branco utilizado foi preparado com 0,75mL de ácido perclórico e 0,75mL da solução de TBA. O número de TBARS da amostra foi expresso como  $\mu\text{g}$  de malondialdeído por g da amostra.

Ao final do período experimental, também foi realizada a avaliação da qualidade da cama, aos 42 dias, sendo feita a determinação do pH, umidade, temperatura e concentração de amônia.

A temperatura da cama foi monitorada com um termômetro de superfície em três pontos distintos de cada unidade experimental evitando áreas abaixo dos comedouros e bebedouros, sendo realizada às 16h do último dia do experimento. Para a avaliação do pH e da umidade da cama, foi preparada uma amostra da cama de cada unidade experimental, obtida a partir da coleta de três subamostras colhidas em três pontos diferentes dentro de cada parcela no último dia de experimento, evitando-se as áreas próximas e embaixo do comedouro

e do bebedouro. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas e embaladas de forma hermética. Para a determinação do pH, foram utilizados 30 g de amostra macerada em um béquer, sendo em seguida adicionados 250 mL de água deionizada, procedendo-se à agitação desta amostra por cinco minutos. Em seguida, a amostra foi deixada em repouso por 30 minutos antes de se proceder a leitura no phmetro. Na determinação do teor de umidade, foi utilizada a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). A concentração de amônia volatilizada foi determinada com base na adaptação da metodologia proposta por Oliveira *et al.* (2004). Em um recipiente plástico com tampa, colocou-se 100 g de cama aviária. Sobre essa amostra foi posto um copo coletor universal, com capacidade para 50 mL, contendo 10 mL de ácido bórico 2%, para captar a amônia volatilizada dentro do recipiente. Após adicionar a amostra e o copo coletor universal, o recipiente plástico foi tampado e vedado com fita adesiva. As amostras de cama foram mantidas dentro do recipiente por 24 horas. Posteriormente, o ácido bórico foi titulado com ácido sulfúrico 0,05N e a quantidade de amônia volatilizada determinada utilizando a equação:  $A = V \times N \times (17 / P)$ , sendo A é a quantidade de amônia volatilizada (mg/g), V é o volume de ácido sulfúrico utilizado na titulação (mL), N é a normalidade do ácido sulfúrico, 17 é o peso molecular da amônia e P é o peso da amostra de cama (g).

Para determinar a viabilidade econômica da inclusão da semente de maracujá nas rações, foi determinado o custo da ração por quilograma de ganho de peso corporal, de acordo com a equação proposta por Bellaver *et al.* (1985), considerando  $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$ , em que  $Y_i$  = gasto com ração por quilograma de peso corporal no i-ésimo tratamento;  $P_i$  = preço do quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento e  $G_i$  = ganho de peso do i-ésimo tratamento. Foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho *et al.* (1992):  $IEE = (M_{Cei} / C_{Tei}) \times 100$  e  $IC = (C_{Tei} / M_{Cei}) \times 100$ , em que  $M_{Cei}$  = menor custo da ração por quilograma de ganho, observado entre tratamentos e  $C_{Tei}$  = custo do tratamento i considerado. Para os custos das rações, foram consideradas as composições de cada ração e os preços dos ingredientes obtidos em dezembro de 2017, no município de Fortaleza - CE.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *Statistical Analyses System*. Os dados de energia metabolizável aparente corrigida da semente de maracujá foram submetidos à análise de variância e teste F (5%). Os dados de digestibilidade dos nutrientes da ração, desempenho, parâmetros de carcaça, qualidade de cama e viabilidade econômica foram submetidos à análise de variância e a médias comparadas pelo teste Dunnett (5%). Os dados

de estabilidade lipídica foram submetidos à análise de variância seguindo um modelo inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x2 (seis níveis de inclusão do alimento testado e dois tempos de armazenamento) e a médias comparada pelo teste SNK (5%).

Todas as variáveis foram submetidas à análise de regressão para determinação do melhor nível de inclusão da semente de maracujá, sendo considerados apenas os dados referentes aos tratamentos que tiveram a inclusão do alimento testado, excluindo-se o tratamento controle.

### **3.3 Determinação da composição química e energia metabolizável da torta da semente de maracujá para codornas de corte**

Foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal (LANA/DZ/CCA/UFC) amostras da torta da semente de maracujá para a determinação dos teores de MS, N, EE, MM de acordo com Silva e Queiroz (2002), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) conforme metodologia de Van Soest *et al.* (1991) e energia bruta por meio de bomba calorimétrica modelo IKA C 200. A determinação das concentrações dos minerais cálcio, fósforo, potássio, sódio, magnésio, zinco, cobre e ferro nas amostras da torta da semente do maracujá, foi realizada no Laboratório de solo da EMBRAPA Agroindústria Tropical em Fortaleza-CE, sendo as amostras preparadas por meio de digestão em uma mistura de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub> à 65%) e ácido perclórico (HClO<sub>4</sub> à 72%), na proporção de 3:1, segundo metodologia descrita por Silva *et al.* (2009) e concentração determinada em espectrofotometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), utilizando espectrômetro simultâneo Perkin Elmer (Optima 4300DV).

Foi conduzido um ensaio de metabolismo com codornas de corte usando o método tradicional de coleta total de excretas. Foram utilizadas 216 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) com de 21 dias de idade, por um período de oito dias, sendo quatro dias para adaptação às condições experimentais e quatro dias para a coleta das excretas para posterior análises. Os animais foram manejados de acordo com recomendações técnicas para o período de 1 a 20 dias de idade. Aos 21 dias as aves foram pesadas e selecionadas com base no peso médio, consoante Sakomura e Rostagno (2007), para a condução do ensaio de metabolismo.

As aves foram alojadas em baterias de gaiolas metálicas, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 3 tratamentos com 6 repetições de 12 aves por unidade experimental, sendo o peso médio inicial de  $0,130 \text{ kg} \pm 0,005$ .

Os tratamentos consistiram em uma ração referência à base de milho e farelo de soja (Tabela 7), considerando os níveis nutricionais recomendados por Silva e Costa (2009) e duas rações testes, com substituição de 20 e 40% da ração referência (RR) pela torta da semente do maracujá (TSM).

Tabela 7 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados da ração referência

Ingredientes	%
Milho	53,88
Farelo de soja	40,92
Óleo de soja	2,17
Calcário calcítico	1,22
Fosfato bicálcico	0,88
Sal comum	0,36
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,20
DL – metionina	0,24
Cloreto de colina	0,05
L- lisina	0,04
Anticoccidiano	0,05
Composição nutricional e energético calculado	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950
Proteína bruta (%)	23,00
Potássio (%)	0,23
Cálcio (%)	0,75
Fósforo disponível (%)	0,29
Sódio (%)	0,16
Cloro (%)	0,26
Lisina digestível (%)	1,17
Metionina digestível (%)	0,54
Metionina + cistina digestível (%)	0,85
Treonina digestível (%)	0,78
Triptofano digestível (%)	0,26
Valina digestível	0,96

<sup>1</sup>Composição por kg do produto: Ferro – 50,00 g; Cobre – 12,00 g; Manganês – 60,00 g; Zinco – 50,00 g; Iodo – 1.000,00 mg; Selênio – 400,00 mg; Vit. A – 20.000.000,00 UI; Vit. D3 – 5.000.000,00 UI; Vit. E – 100.000,00 UI; Vit. K3 – 6.000,00 mg; Vit. B1 – 7.000,00 mg; Vit. B2 – 15,00 g; Niacina – 80,00 g; Ácido pantotênico – 30,00 g; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 4.000,00 mg; Biotina – 200,00 mg; Vit. B12 – 36.000,00 mg.  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Durante todo o período experimental, a água e a ração foram ofertadas à vontade e os comedouros foram abastecidos com ração duas vezes ao dia, a fim de evitar desperdícios. Foi adotado um programa de luz com 24 horas por dia (natural + artificial), utilizando lâmpadas fluorescentes de 40 watts, com a finalidade de estimular o consumo de ração.



No início e no final do período das coletas, as rações foram pesadas para quantificar o consumo. Para a coleta das excretas, foram utilizadas bandejas de alumínio individualizadas por parcela experimental sob as gaiolas e previamente revestidas com plástico com o objetivo de evitar perda de amostra de excretas.

As excretas coletadas para análise foram identificadas a partir da adição de 1% de óxido férrico nas rações, como marcador para sinalizar o início e o final das coletas. Foram realizadas duas coletas de excretas diárias, no início da manhã e no final da tarde. Em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição, pesadas e congeladas em freezer a -20°C até o final do período experimental.

Para análise das amostras de excretas, foi feito o descongelamento do material à temperatura ambiente, homogeneizado individualmente para a retirada de uma amostra. A pré-secagem foi realizada em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72h. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm para análises posteriores.

As amostras das excretas e das rações experimentais e foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do DZ/CCA/UFC para a determinação da matéria seca e nitrogênio, com base na metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica modelo IKA C 200. Para os cálculos de EMAn e CMMS, CMN e CMEB, foram utilizados os dados laboratoriais aplicando-os às equações propostas por Matterson *et al.* (1965).

### **3.4 Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente do maracujá**

Nesse experimento, foi avaliada a inclusão da torta semente de maracujá na ração de codornas de corte em níveis. Foram utilizadas 432 codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade, alojadas em um galpão convencional de alvenaria com dimensões de 9,5 m de largura e 9 m de comprimento, distribuídas em 36 boxes com dimensões de 0,60 x 0,60 m, contendo comedouro tipo tubular e bebedouro tipo copo pressão.

Na primeira semana de idade, 1 a 7 dias, as codornas foram alojadas em círculo de proteção, contendo comedouros tipo bandeja, bebedouro tipo copo de pressão e campânulas, utilizadas como fonte de calor, para aquecimento das aves. Todas as aves receberam ração e água à vontade. Aos sete dias de idade, as aves foram selecionadas pelo peso médio corporal

do lote  $37,5 \text{ g} \pm 0,42 \text{ g}$  e distribuídas nas parcelas de acordo com indicações de Sakomura e Rostagno (2007). Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 tratamentos, consistindo de uma ração controle e as demais com níveis crescentes de inclusão da torta semente de maracujá (5%, 10%, 15%, 20% e 25%), com 6 repetições de 12 aves por unidade experimental. As rações experimentais (Tabela 8) foram formuladas sendo isonutritivas e isocalóricas, conforme as exigências propostas por Silva e Costa (2009).

Os valores de composição química dos alimentos, indicados por Rostagno *et al.* (2017), foram considerados, exceto para a torta da semente de maracujá, para a qual foi considerado o valor de energia metabolizável aparente corrigido pelo balanço de nitrogênio com níveis de 20% de substituição da torta da semente de maracujá obtido no experimento anterior e valores de composição químico-bromatológica e mineral (Tabela 8), a partir da metodologia descrita por Silva *et al.* (2009). As concentrações dos minerais, cálcio, potássio, sódio, magnésio, zinco, cobre e ferro, foram determinados por espectrofotometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), utilizando espectrômetro simultâneo Perkin Elmer (Optima 4300DV).

Foi adotado um programa de luz 24 horas por dia (natural + artificial) durante todo período experimental. Foram utilizadas lâmpadas fluorescentes de 40 watts, distribuídas a uma altura de 2,4 m do piso, de maneira que todas as aves recebessem luz de forma uniforme. A temperatura e umidade relativa do ar dentro do galpão foram medidas diariamente durante todo o período experimental por meio de três termohigrômetros distribuídos nos principais pontos do galpão, realizando as leituras duas vezes ao dia (8h e 16h). As médias de temperatura ambiente mínima e máxima, e a umidade relativa do ar registrada dentro do galpão no período experimental no ensaio de desempenho zootécnico foram de 28,0°C, 32°C e 63%, respectivamente. Foram avaliados a digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável das rações, o desempenho produtivo, as características de carcaça, a estabilidade lipídica da carne, a qualidade da cama e a viabilidade econômica.

Para avaliar o efeito da inclusão da torta da semente de maracujá sobre a metabolização dos nutrientes das rações, procedeu-se ao método de coleta total de excretas, no período de 21 a 28 dias de idade, com três dias de adaptação e quatro dias de coleta. Aos 21 dias de idade, seis aves de cada parcela experimental foram alojadas em baterias com gaiolas metálicas, obedecendo ao mesmo delineamento experimental, com bandejas de alumínio revestidas com plástico, individualizadas por parcela experimental. No início e no

final do período de coleta das excretas, as aves receberam ração com 1% de óxido férrico, para sinalizar o início e o final das coletas.

Tabela 8 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais contendo torta da semente de maracujá para codornas de corte

Ingredientes	Preço <sup>1</sup> R\$/kg	Níveis de inclusão da torta da semente de maracujá					
		0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	1,16	53,87	50,23	46,59	42,94	39,30	35,65
Farelo de soja	1,96	40,92	39,77	38,61	37,47	36,32	35,16
Torta da semente de maracujá	0,54	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Óleo de soja	2,80	2,17	1,95	1,73	1,51	1,28	1,07
Calcário calcítico	0,19	1,22	1,22	1,23	1,23	1,24	1,24
Fosfato bicálcico	3,70	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84
Sal	0,60	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37
DL – metionina	18,63	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25
L- Lisina	11,18	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,12
Suplemento mineral <sup>2</sup>	6,84	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplemento vitamínico <sup>3</sup>	15,29	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Anticoccdiano	22,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto de colina	20,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Custo (R\$/kg)</b>		<b>1,30</b>	<b>1,27</b>	<b>1,25</b>	<b>1,22</b>	<b>1,20</b>	<b>1,17</b>
<b>Composição Nutricional e Energético Calculado</b>							
Energia Metabolizável (kcal/kg)		2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína Bruta (%)		23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Cálcio (%)		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fósforo disponível (%)		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Sódio (%)		0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloro (%)		0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
Lisina digestível (%)		1,17	1,14	1,12	1,10	1,07	1,05
Metionina digestível (%)		0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,50
Metionina+cistina digestível (%)		0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75
Potássio		0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,16
Treonina digestível (%)		0,78	0,75	0,72	0,69	0,66	0,64
Triptofano digestível (%)		0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22
Valina digestível (%)		0,96	0,93	0,89	0,86	0,82	0,79

<sup>1</sup>Valores de ingredientes obtidos em dezembro/2017 no município de Fortaleza-CE. <sup>2</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>3</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.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia, no início da manhã às 8h e no final da tarde às 16h. Ao final de cada coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e congeladas até o final do período

experimental para determinação de excretas produzidas. As excretas foram descongeladas à temperatura ambiente, pesadas e homogeneizadas para proceder a pré-secagem, em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm, e encaminhadas com amostras das rações experimentais, ao LANA do DZ/CCA/UFC para determinação de matéria seca, cinzas, e nitrogênio, seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática marca modelo IKA C 200.

Para avaliação de desempenho, as aves e as rações foram pesadas no início do experimento (7 dias de idade) e ao final do período experimental (42 dias de idade), bem como a obtenção do consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar. O consumo de ração foi obtido pela diferença da quantidade de ração fornecida no início do experimento e a quantidade de sobra no final do período experimental de cada parcela. O ganho de peso foi calculado pela diferença de peso médio da parcela aos 7 e 42 dias de idade. A conversão alimentar foi obtida pela relação de consumo de ração dividido pelo ganho de peso de cada parcela. Ao final, as variáveis foram corrigidas pela mortalidade.

Para a avaliação de carcaça, aos 42 dias de idade, duas aves de cada unidade experimental, um macho e uma fêmea, foram selecionados de acordo com o peso médio da parcela. Após jejum de 6 horas, as aves foram pesadas, eutanasiadas por eletronarcole com posterior sangria, escaldadas, depenadas e evisceradas. Após a retirada de cabeça, pescoço e pés, a carcaça foi pesada para determinação do rendimento de carcaça utilizando o peso da ave em jejum. Em seguida, foram cortados, separados e pesados o peito inteiro, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal, fígado e moela para cálculo de rendimento de cortes.

O rendimento de peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal foram calculados em relação ao peso de carcaça quente. O peso relativo do fígado e da moela foram obtidos pela relação do peso dos órgãos pelo peso da ave em jejum.

As coxas + sobrecoxas e dorso das duas aves de cada parcela foram trituradas, divididas em duas subamostras, identificadas, congeladas em nitrogênio líquido a -80°C e mantidas sob refrigeração (-18° C), até o momento das análises de oxidação lipídica, sendo uma com um dia de armazenada e a outra com 60 dias de armazenamento.

A avaliação da estabilidade lipídica ocorreu após o período de armazenamento das amostras determinando-se a concentração de substância reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), tal como especificado por Kang *et al.* (2001). A curva de calibração e o preparo das amostras para determinação da oxidação lipídica da carne (TBARS), foram realizados

utilizando o método de extração ácido aquosa, com base na técnica descrita por Kang, Cherian e Sim (2001). Em um tubo de 15mL, foram pesadas aproximadamente 2 g de amostra que foi homogeneizada com 6,75mL de ácido perclórico (3,86%) e 18,75µL de BHT (4,5%). Em seguida, foram adicionados 18 mL de ácido perclórico 3,86% e o conteúdo homogeneizado em triturador Terrutec (Tecnal, Praticaba, SP) por 15 segundos a alta velocidade. O homogeneizado foi filtrado e 0,75mL transferidos para tubos de ensaio com 0,75mL de ácido 2-tiobarbitúrico (20 mM). Os tubos foram aquecidos em banho de água fervente durante 30 minutos. Após o resfriamento até a temperatura ambiente, foi realizada a leitura no espectrofotômetro a 531nm. O branco utilizado foi preparado com 0,75mL de ácido perclórico e 0,75mL da solução de TBA. O número de TBARS da amostra foi expresso como µg de malondialdeído por g da amostra.

Ao final do período experimental também foi realizada a avaliação da qualidade da cama, aos 42 dias, sendo feita a determinação do pH, umidade, temperatura e concentração de amônia na cama. A temperatura da cama foi monitorada com um termômetro de superfície em três pontos distintos de cada unidade experimental evitando áreas abaixo dos comedouros e bebedouros, sendo realizada às 16h do último dia do experimento. Para a avaliação do pH e da umidade da cama, foi preparada uma amostra da cama de cada unidade experimental, obtida a partir da coleta de três subamostras colhidas em três pontos diferentes dentro de cada parcela no último dia de experimento, evitando-se as áreas próximas e embaixo do comedouro e do bebedouro. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas e embaladas de forma hermética. Para determinação do pH, foram utilizadas 30 g de amostra macerada em um béquer, sendo adicionados em seguida 250 mL de água deionizada, procedendo-se à agitação desta amostra por cinco minutos. Na sequência, a amostra foi deixada em repouso por 30 minutos antes de ser procedida a leitura no phmetro. Na determinação do teor de umidade, foi utilizada a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). A concentração de amônia volatilizada foi determinada de acordo com a adaptação da metodologia proposta por Oliveira *et al.* (2004). Em um recipiente plástico com tampa, foi colocado 100 g de cama aviária. Sobre essa amostra, foi posto um copo coletor universal, com capacidade para 50 mL, contendo 10 mL de ácido bórico 2%, para captar a amônia volatilizada dentro do recipiente. Após adicionar a amostra e o copo coletor universal, o recipiente plástico foi tampado e vedado com fita adesiva. As amostras de cama foram mantidas dentro do recipiente por 24 horas. Posteriormente, o ácido bórico foi titulado com ácido sulfúrico 0,05N e a quantidade de amônia volatilizada determinada utilizando-se a equação:  $A = V \times N \times (17/ P)$ , sendo A é a

quantidade de amônia volatilizada (mg/g), V é o volume de ácido sulfúrico utilizado na titulação (mL), N é a normalidade do ácido sulfúrico, 17 é o peso molecular da amônia e P é o peso da amostra de cama (g).

Para determinar a viabilidade econômica da inclusão da torta da semente de maracujá nas rações foi determinado o custo da ração por quilograma de ganho de peso corporal, de acordo com a equação proposta por Bellaver *et al.* (1985), considerando  $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$ , em que  $Y_i$  = gasto com ração por quilograma de peso corporal no i-ésimo tratamento;  $P_i$  = preço do quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento e  $G_i$  = ganho de peso do i-ésimo tratamento. Foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho *et al.* (1992):  $IEE = (M_{Cei} / C_{Tei}) \times 100$  e  $IC = (C_{Tei} / M_{Cei}) \times 100$ , em que  $M_{Cei}$  = menor custo da ração por quilograma de ganho, observado entre tratamentos e  $C_{Tei}$  = custo do tratamento i considerado. Para os custos das rações, foram consideradas as composições de cada ração e os preços dos ingredientes obtidos em dezembro de 2017, no município de Fortaleza - CE.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *Statistical Analyses System*. Os dados de energia metabolizável aparente corrigida da torta semente de maracujá foram submetidos à análise de variância e teste F (5%). Os dados de digestibilidade dos nutrientes da ração, desempenho, parâmetros de carcaça, qualidade de cama e viabilidade econômica foram submetidos à análise de variância e a médias comparadas pelo teste Dunnett (5%). Os dados de estabilidade lipídica foram submetidos à análise de variância, seguindo um modelo inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x2 (seis níveis de inclusão do alimento testado e dois tempos de armazenamento) e a médias comparada pelo teste SNK (5%). Todas as variáveis foram submetidas à análise de regressão para determinação do melhor nível de inclusão da semente de maracujá, sendo considerados apenas os dados referentes aos tratamentos que tiveram a inclusão do alimento testado, excluindo-se o tratamento controle.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição química e valor energético da semente de maracujá

Os resultados da composição química, energética e mineral da semente de maracujá (SM) expressos na matéria natural (Tabela 9) indicam que o valor de energia bruta, proteína, extrato etéreo, fibras e minerais são superiores quando comparados aos valores obtidos para o milho (ROSTAGNO *et al.*, 2017), principal alimento energético usado na alimentação de aves.

Tabela 9 - Composição química, energética e mineral da semente de maracujá (expressos na matéria natural)

Parâmetros	Semente de maracujá
Matéria seca (%)	91,89
Energia bruta (kcal/kg)	5.258
Proteína bruta (%)	8,56
Extrato etéreo (%)	11,98
Fibra em detergente neutro (%)	67,71
Fibra em detergente ácido (%)	62,23
Matéria mineral	1,00
Cálcio (%)	0,07
Fósforo (%)	0,20
Potássio (%)	0,25
Sódio (%)	0,03

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZ/UFC e Análises de minerais no Laboratório de solos da Embrapa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Contudo, em relação a estudos realizados com a semente de maracujá, os resultados obtidos diferem dos encontrados por Fachinello *et al.* (2016) que obtiveram 92,33% de matéria seca, 11,34% de proteína bruta, 5.569 kcal/kg de energia bruta, 18,84 de extrato etéreo, 50,22% de fibra em detergente neutro (FDN), 43,71% de fibra em detergente ácido (FDA) e 3,52% de cinzas. Os teores de cálcio e fósforo da semente do maracujá obtidos foram de 0,07% e 0,20%, respectivamente semelhantes aos reportados por Romo e Nava (2007), que apresentaram 0,06% e 0,27%, respectivamente e inferiores aos obtidos por Zanetti *et al.* (2017) de 0,08% de cálcio (%) e 0,43% fósforo total, respetivamente.

As diferenças encontradas na composição da semente de maracujá podem ser associadas às características do tipo de solo da região, diferentes formas de cultivo e a

adubação que é um fator importante na qualidade do fruto do maracujazeiro e pode resultar em variação na composição do fruto (MENDONÇA *et al.*, 2006).

Na determinação da energia metabolizável, não houve diferença significativa entre os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da semente de maracujá determinada com os níveis de 20 e 40% de substituição da ração referência (Tabela 10).

Tabela 10 - Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da semente de maracujá determinados com codornas de corte (expressos na matéria seca)

Níveis de substituição	EMAn (kcal/kg MS)
20%	4.214,00
40%	4.127,33
Média	4.170,66
Coefficiente de variação (%)	2,99
Análise de variância ( <i>p</i> -valor)	0,2501

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os valores de EMAn da semente de maracujá determinados para codornas de corte são superiores aos relatados por e por Fachinello *et al.* (2016), que obtiveram 2.939 kcal/kg de EMAn para codornas japonesas aos 21 dias de idade. Todavia, essas diferenças são justificadas pela variação na composição da semente de maracujá, principalmente no teor de energia e fibra. Os valores também foram superiores aos encontrados por Zanetti *et al.* (2017) de 3945,41 kcal/kg para frangos de corte, diferença justificada pela diferença entre as espécies.

Diante dos resultados, pode-se recomendar o valor de 4.214,00 kcal de EMAn /kg de MS da semente de maracujá para formulações das rações das codornas de corte, uma vez que os resultados para os valores de EMA obtidos com a substituição da ração referência pelo alimento teste em 20% têm sido recomendados para alimentos fibrosos, com uso da coleta total de excretas (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

#### **4.2 Desempenho de codornas de corte alimentadas com ração contendo semente de maracujá**

Com base nos resultados obtidos por meio do ensaio de metabolismo (Tabela 11), no tocante à ração controle, as rações contendo 15, 20 e 25% de inclusão de semente do maracujá apresentaram menores valores de coeficiente de metabolização da matéria seca (CMMS) e da



energia bruta (CMEB), enquanto para a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio na matéria seca (EMAn) os valores foram menores nas rações com inclusão de 20 e 25%. Contudo, não houve diferença significativa para o coeficiente de metabolização do nitrogênio (CMN).

Na análise de regressão, verificou-se que, com exceção do CMN que não diferiu significativamente, ocorreu efeito linear decrescente a partir do nível de 5% de inclusão da semente do maracujá para todas as variáveis.

Tabela 11 - Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas de corte contendo semente de maracujá

Nível de Inclusão	CMEB (%)	CMMS (%)	CMN <sup>3</sup> (%)	EMA (kcal/kgMS)	EMAn (kcal/kgMS)	EMAn (kcal/kgMN)
0	87,57	85,85	70,42	3.644	3.414	3.080
5	86,3	84,67	69,17	3.611	3.372	3.083
10	87,06	85,7	70,24	3.649	3.394	3.069
15	83,01*	80,96*	69,80	3.541	3.338	3.025
20	82,06*	81,25*	72,25	3.431*	3.194*	2.907*
25	81,45*	79,52*	70,24	3.405*	3.1868*	2.9074*
Média	84,57	82,99	70,43	3.547	3.317	3.012
CV <sup>6</sup> (%)	1,72	2,27	4,46	1,72	1,47	1,47
ANOVA <sup>7</sup>				<i>p-valor</i>		
Nível	<0,0001 <sup>1</sup>	<0,0001 <sup>2</sup>	0,74	<0,0001 <sup>3</sup>	<0,0001 <sup>4</sup>	<0,0001 <sup>5</sup>
Regressão				<i>p-valor</i>		
Linear	<0,0001	<0,0001	0,2739	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Quadrática	0,9073	0,8892	0,661	0,2831	0,1526	0,5967

<sup>1</sup>CMEB (Y = 88,38 - 0,293X, R<sup>2</sup> = 0,61), <sup>2</sup>CMMS (Y = 86,84 - 0,2949X, R<sup>2</sup> = 0,52), <sup>3</sup>EMA (Y = 3,716 - 125,88X, R<sup>2</sup> = 0,63), <sup>4</sup>EMAn MS (Y = 3,469 - 114,32X, R<sup>2</sup> = 0,65), <sup>5</sup> EMAn MN (Y = 3,152 - 102,52X, R<sup>2</sup> = 0,69), <sup>6</sup>CV = Coeficiente de variação; <sup>7</sup>Análise de Variância; \*Efeito significativo pelo Teste de Dunnett (P>0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A redução dos valores para os coeficientes de metabolização e energia metabolizável das rações à medida que ocorreu a inclusão da semente de maracujá pode ser associada aos efeitos negativos do aumento do teor de fibra na ração sobre a digestibilidade dos nutrientes. De acordo com Chau e Huang (2004), a fração fibrosa da semente de maracujá é constituída majoritariamente por fibra insolúvel (98,9%), sendo a fração solúvel representada por 1,13%. Alimentos com alto teor de fibra insolúvel podem resultar em menor tempo de exposição da digesta aos processos de digestão, pois a sua presença em concentrações elevadas tende a aumentar a taxa de passagem da digesta, resultando na redução da disponibilidade dos

nutrientes dietéticos (KHAJALI; SLOMINSKR, 2012) e, conseqüentemente, em menor energia metabolizável.

Apesar do CMEB ter reduzido com o aumento dos níveis da semente de maracujá a partir do nível de 15% de inclusão, verificou-se que não ocorreu prejuízo para os valores da EMAn até o nível de 15% de inclusão da semente de maracujá. Tal fato pode estar associado aos resultados obtidos para o CMN, uma vez que o valor de EMAn vai variar em função do nitrogênio retido. Os resultados obtidos se assemelham aos relatados por Fachinello *et al.*, (2016), que avaliaram a substituição de até 16% da ração referência pela semente de maracujá na alimentação de codornas de corte e obtiveram efeito quadrático para EMA e EMAn indicando valores máximos de EMA e EMAn com 6,56 e 7,72% de substituição, respectivamente, e redução em níveis acima destes.

Para as variáveis de desempenho (Tabela 12), observou-se diferença significativa entre os tratamentos para o consumo de ração e conversão alimentar, enquanto o ganho de peso não diferiu significativamente. O consumo de ração aumentou para aves alimentadas com níveis de 10, 15, 20 e 25% em relação às alimentadas com a ração controle. Entretanto, para conversão alimentar a diferença foi observada nos níveis de 15, 20 e 25%. Na análise de regressão, observou-se que a inclusão da semente de maracujá promoveu aumento linear no consumo de ração, piorando linearmente a conversão alimentar.

Tabela 12 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo semente de maracujá de 1 a 42 de idade

Nível de Inclusão(%)	Consumo de ração		Conversão Alimentar
	(g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	
0	837,40	225,20	3,72
5	919,60	226,00	4,06
10	928,40*	230,00	4,04
15	930,00*	223,00	4,17*
20	1104,20*	228,00	4,84*
25	1111,00*	232,40	4,78*
Média	971,76	227,43	4,27
CV <sup>1</sup> (%)	5,00	3,10	5,18
Análise de variância		<i>p-valor</i>	
Nível	<0,0001	0,3538	<0,0001
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	<0,0001	0,3006	<0,0001
Quadrática	0,1213	0,2990	0,3331

\*Difere estatisticamente comparado ao tratamento controle pelo Teste Dunnett (P<0,05). <sup>1</sup>Coefficiente de variação <sup>2</sup> Consumo de ração (Y = 831,06 + 11,17X, R<sup>2</sup> = 0,62) e <sup>3</sup>Conversão alimentar (Y = 3,71 + 0,05X, R<sup>2</sup> = 0,58).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A ingestão voluntária de alimento pelas aves é regulada principalmente pela quantidade de energia da ração destinada aos processos metabólicos dos organismos, visto que o ajuste no consumo de ração em função dos níveis energético é uma tentativa das aves em atender exigências nutricionais. Assim, os efeitos da semente de maracujá sobre o consumo de ração podem ser associados com a necessidade de maior consumo das aves, visto que houve a redução da energia metabolizável das rações energéticas. Como o aumento no consumo de ração não expressou respectiva resposta no ganho de peso das aves, a piora na conversão alimentar já era um resultado esperado.

Os resultados obtidos diferem, em parte, dos relatados por Zanetti *et al.* (2015) que, embora não tenham observado diferença no consumo de ração e ganho de peso para frangos de cortes alimentados com semente de maracujá com níveis de até 12,5%, verificaram piora linearmente na conversão alimentar para o nível de 12,5%. Já Togashi *et al.* (2008), não observaram diferença para conversão alimentar testando níveis de 4 e 8% de inclusão da semente de maracujá na alimentação de frango de corte. Os resultados da avaliação das características de carcaça (Tabela 13) demonstraram que o rendimento de carcaça, a proporção de peito, de coxa + sobrecoxa, da gordura abdominal e do fígado não diferiram entre as aves alimentadas com as rações contendo sementes de maracujá comparadas ao tratamento controle.

Tabela 13 - Rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de órgãos de codornas de corte alimentadas com rações contendo semente de maracujá no período de 7 a 42 dias de idade

Nível de Inclusão(%)	Peso Final (g)	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa+ sobrecoxa (%)	Gordura Abdominal (%)	Moela (%)	Fígado (%)
0	257,20	78,18	41,90	22,38	1,09	1,93	2,04
5	258,00	76,13	40,51	23,09	1,17	1,97	2,13
10	261,80	75,93	42,09	22,51	1,23	2,04	1,82
15	255,20	76,03	41,81	22,91	0,75	2,00	1,71
20	260,00	78,65	41,69	22,82	0,97	2,13	2,03
25	264,80	75,98	41,67	23,17	1,01	2,26*	1,97
Média	259,50	76,82	41,61	22,81	1,04	2,05	1,95
CV <sup>1</sup> (%)	2,71	2,40	3,00	3,79	51,56	8,03	23,09
ANOVA <sup>2</sup>				p-valor			
Nível	0,3363	0,0788	0,4349	0,6578	0,7599	0,0409	0,6952
Regressão				p-valor			
Linear	0,2617	0,3478	0,2967	0,7031	0,4169	0,0092	0,8743
Quadrática	0,2790	0,4209	0,1572	0,3600	0,4479	0,3286	0,2083

\*Efeito significativo pelo Teste de Dunnett (P>0,05); <sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup>ANOVA= Analise de Variância  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Entretanto, a inclusão de 25% de semente de maracujá na ração promoveu o aumento do peso relativo da moela em relação aos valores obtidos com o tratamento controle. Na análise de regressão, não foi observada nenhuma diferença significativa para as características de carcaça, exceto para porcentagem da moela, que apresentou um aumento linear ( $Y = 1,88 + 0,01X$ ,  $R^2 = 0,26$ ), com a elevação dos níveis de semente de maracujá.

Com a redução observada nos valores de EMAn das rações por conta do aumento da inclusão de semente do maracujá, certamente há mudanças nas relações entre o nível de energia e nível de proteína e, conseqüentemente, entre o nível de energia e nível dos aminoácidos das rações. Assim, tal como estabelecido, a magnitude dessas alterações poderá influenciar a deposição de músculo e gordura na carcaça, levando a alterações nas variáveis das características de carcaça das aves de corte. Entretanto, tal efeito não se confirmou, pois os resultados demonstram que, embora tenha ocorrido a redução da EMAn das rações, as alterações nas relações anteriormente relatadas não foram suficientes para promover efeito significativo sobre as características de carcaça das codornas de corte.

Os resultados obtidos para variáveis de características de carcaça em função da inclusão da semente de maracujá na ração das codornas de corte são semelhantes ao relatados na literatura. Júnior *et al.* (2018) não observaram diferença significativa para rendimento de carcaça e cortes nobres avaliando a inclusão da semente de maracujá em até 12% nas rações para codornas de corte fêmeas. Zanetti *et al.* (2015) relataram ser possível incluir até 12,5% de semente de maracujá na alimentação de frangos de corte até 42 dias de idade sem influenciar os rendimentos de carcaça, cortes e gordura abdominal. Togashi *et al.* (2008) não observaram diferença entre os pesos de peito e perna (coxa+sobrecoxa), assim como de fígado, moela e gordura abdominal com uso de até 8% de inclusão de semente de maracujá para frangos de corte até 42 dias.

Quanto ao maior peso relativo da moela, pode-se associá-lo ao fato de que o elevado teor de fibra insolúvel na semente do maracujá (CHAU; HUANG, 2004) aumenta o teor de fibra dietética na ração, especialmente dessa fração, de forma que com a inclusão do nível de 25% pode ter resultado no maior estímulo do peristaltismo do trato gastrointestinal (KHAJALI; SLOMINSKR, 2012). O estímulo para maior atividade da moela no processo de maceração das partículas do alimento, tende a resultar desenvolvimento da musculatura do órgão, culminando no aumento do seu peso. O aumento do tamanho da moela, também, está relacionado com a maior resistência da fibra à trituração e o maior tempo de permanência na moela até que estejam no tamanho adequado. Contudo, Júnior *et al.* (2018) não observaram

diferença significativa para proporção de moela, avaliando a inclusão da semente de maracujá em até 12% nas rações para codornas fêmeas de corte.

Na avaliação da estabilidade lipídica da carne de codornas de corte, por meio da determinação do valor de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), observou-se que não houve interação significativa entre os níveis de inclusão testados e os tempos de armazenando (Tabela 14). Na comparação dos tratamentos que tiveram a inclusão da semente de maracujá em relação tratamento controle, verificou-se que não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os valores médios de TBARS. Não foi detectado também o efeito linear e quadrático na avaliação dos valores de TBARS provenientes apenas dos tratamentos que tiveram a inclusão da semente de maracujá. No entanto, foi observado que o valor médio de TBARS na carne armazenada por 60 dias foi significativamente maior em relação ao determinado na carne com 1 dia de armazenamento.

Tabela 14 - Oxidação lipídica da carne (peito, coxa e sobrecoxa) de codornas de corte alimentadas com rações contendo semente de maracujá no período de 7 a 42 dias de idade

Fator	TBARS (mg de malonaldeído/kg)
Nível de Inclusão (%)	
0	2,25
5	2,12
10	2,23
15	1,92
20	2,01
25	2,02
Tempo (Dias)	
0	1,45
60	2,74
Média	2,09
Coeficiente de Variação (%)	15,80
Análise de variância	p-valor
Nível	0,1963
Tempo de armazenamento	<0,0001
Nível x Tempo de armazenamento	0,3473
Regressão	
Linear	0,5654
Quadrática	0,8278

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Normalmente, por conta da presença de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados na carne de codorna (MORAES; ARIKI, 2000), mesmo imediatamente congelada após o abate e mantida sob congelamento ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), ela fica propensa à oxidação

lipídica. Todavia, com a influência do uso da semente de maracujá na alimentação acerca da oxidação da carne das codornas, dois aspectos devem ser considerados. O primeiro é que, na composição lipídica do óleo da semente de maracujá, destacam-se o ácido linoleico (63,98%), oleico (19,53%), palmítico (11,29%), esteárico (3,54%), linolênico (0,40%), sendo os ácidos linoleico e linolênico de maior susceptibilidade à oxidação lipídica da carne (WANG *et al.*, 2000) e, portanto, a inclusão em maior nível poderia aumentar a proporção de ácido graxos insaturados na carne e, assim, potencializar a oxidação. Por sua vez, o segundo faz referência à presença de compostos químicos na semente de maracujá como flavonóides, isoflavonas, ácidos fenólicos, tecoferóis, polifenóis que, além do efeito antioxidante, exibem uma ampla gama de efeitos biológicos e farmacológicos, antibacterianos, antivirais, anti-inflamatórios, antialérgicos e vasodilatadores (ZERAIK *et al.*, 2010) que podem contribuir para melhorar a estabilidade lipídica da carne. Diante do exposto, é possível que a interação entre esses fatores tenha contribuído para que a inclusão da semente de maracujá em níveis mais elevados não tenha influenciado a oxidação lipídica da carne de codorna durante o tempo de armazenamento.

Os resultados obtidos para a oxidação lipídica da carne das codornas se assemelham aos relatados por Zanetti *et al.* (2015), que não observaram o efeito da inclusão da semente de maracujá acerca da oxidação lipídica de carne da coxa dos frangos, ocorrendo apenas diferenças entre os tempos de armazenamento. Observou-se que as variáveis avaliadas para qualidade da cama não foram influenciadas pelos diferentes níveis da semente do maracujá utilizadas em relação ao tratamento controle. Não foram também observados efeitos nas análises de regressão linear e quadrática (Tabela 15).

Dentre os parâmetros analisados, a umidade pode influenciar o aparecimento de lesões nas aves (QIU; GUO, 2010) e controlar a volatilização da amônia, visto que seu aumento promove uma maior liberação de amônia (HERNANDES *et al.*, 2002). Além disso, aumenta os riscos e contaminações de agentes patogênicos (WEILLER, 2014; VIEIRA *et al.*, 2015). Os resultados de umidade de tal trabalho estão abaixo do limite superior citado por Garcia *et al.* (2011), quando relatam que níveis superiores a 25% podem trazer prejuízos para a produção.

Já quando o pH é reduzido, ocorre a redução da emissão de amônia, como meio de crescimento é desfavorável a sobrevivência dos principais micro-organismos patogênicos. Com pH abaixo de 7 a volatilização de amônia diminui, pois, os íons livres de H<sup>+</sup> aumentam a proporção entre amônio: amônia (FRANÇA *et al.*, 2014). Os valores de pH determinados para

os diferentes tratamentos avaliados nessa pesquisa, estão entre 7,50 e a 8,64., bem como os valores acima do pH neutro, porém não mostraram efeito significativo comparados ao tratamento controle.

Tabela 15 - Parâmetros de qualidade da cama de codornas de corte alimentadas com rações contendo semente de maracujá

Nível de Inclusão(%)	Umidade (%)	pH	Amônia Volatilizada(mg/g)	Temperatura (°C)
0	12,17	8,64	0,33	32,16
5	12,32	8,38	0,28	32,43
10	12,98	8,21	0,33	32,77
15	11,33	8,35	0,27	32,20
20	11,59	7,50	0,23	32,32
25	11,93	8,16	0,21	32,19
Média	12,05	8,21	0,26	32,34
CV (%)	8,72	9,00	41,13	2,53
Análise de variância			<i>p-valor</i>	
Nível	0,2130	0,2786	0,0757	0,8403
Regressão			<i>p-valor</i>	
Linear	0,1840	0,3094	0,0870	0,3702
Quadrática	0,5081	0,6184	0,5842	0,8305

Efeito estatístico não significativo pelo teste de Dunnett ( $P>0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O aumento da temperatura da cama, decorrente da atividade microbiana, também inviabiliza a proliferação de micro-organismos patogênicos (GARCIA *et al.*, 2011), a temperatura entre os tratamentos variou de 32,16°C a 32,77°C., não apresentando diferença significativa entres os tratamentos com semente de maracujá e o tratamento controle.

Em relação à amônia, sabe-se que à medida que o nível de amônia no ambiente atinge 100 ppm, há redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas. Ademais, os níveis altos de amônia (60 a 100 ppm) podem ser observados no início da criação em galpões com a reutilização da cama para criação de galinhas (GONZÁLES; SALDANHA, 2001). No entanto, os resultados para a concentração de amônia encontrados no estudo proposto já eram esperados, visto que não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros de umidade e pH da cama, sendo estas variáveis as que mais influenciam a qualidade do ar no interior do galpão (FURTADO *et al.*, 2016).

Na viabilidade econômica (Tabela 16), observou-se diferença significativa nas médias dos custos com alimentação, no índice de eficiência econômica (IEE) e no índice de custo (IC) nas rações com os níveis de 20% e 25% quando comparadas ao tratamento controle,

apresentando maior custo com alimentação pior IC e IEE. Com base na análise de regressão, a inclusão da semente de maracujá aumentou linearmente o custo com alimentação por kg de ganho de peso ganho ( $Y = 4,87 + 0,0201X$ ,  $R^2=0,16$ ) e o IC ( $Y = 100,6408 + 0,4198X$ ,  $R^2 = 0,1716$ ). Com isso, reduziu linearmente o IEE ( $Y = 99,6634 - 0,3806X$ ,  $R^2 = 0,1668$ ).

Tabela 16 - Avaliação econômica da inclusão da semente de maracujá na alimentação de codornas de corte

Níveis de Inclusão (%)	Custo com alimentação (R\$/kg de ganho)	Índice de eficiência econômica (%)	Índice de custo (%)
0	4,83	100,14	99,95
5	5,12	94,78	105,93
10	4,93	98,59	101,92
15	4,94	98,14	102,14
20	5,54*	87,35*	114,60*
25	5,32*	90,88*	110,08*
Média	5,11	94,98	105,77
CV <sup>1</sup> (%)	5,25	5,57	5,26
ANOVA		<i>p-valor</i>	
Nível	0,0025	0,0053	0,0025
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	0,0406 <sup>2</sup>	0,0426 <sup>3</sup>	0,0395 <sup>4</sup>
Quadrática	0,3369	0,3089	0,3349

<sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup> $Y = 4,87 + 0,0020X$ ,  $R^2=0,16$ ; <sup>3</sup> $Y=99,66 - 0,3800X$ ,  $R^2=0,17$ ; <sup>4</sup> $Y=100,64 + 0,4198X$ ,  $R^2 = 0,1716$ .

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Comparada ao milho, ingrediente utilizado na fabricação das rações como fonte energética, a semente de maracujá representa 43% do valor do milho. Dessa forma, a sua inclusão resultou em menor custo do kg de ração. Entretanto, houve piora na avaliação econômica associada aos custos com alimentação com o aumento da inclusão da semente na ração de modo que em níveis superiores a 15%, pois os indicadores da viabilidade econômica foram significativamente piores em relação aos obtidos com a ração controle. Essa piora na viabilidade econômica está relacionada com aumento no consumo das rações a partir do aumento da inclusão da semente de maracujá nas rações, por conta do aumento no nível de fibra das dietas.

### 4.3 Composição química e valor energético da torta da semente de maracujá

Os resultados da composição química, energética e mineral da torta da semente de maracujá (TSM), expressos na matéria natural (Tabela 17), indicam que o processamento da



semente para extração do óleo reduz o extrato etéreo e aumenta a proteína bruta. Os resultados obtidos diferem um pouco dos determinados por Perar *et al.* (2017), que foram de 14,74% para proteína bruta e 9,89% de extrato etéreo para a torta da semente de maracujá que eles utilizaram.

Tabela 17 - Composição química, energética e mineral da torta da semente de maracujá, expressos na matéria natural

Parâmetros	Torta da semente de maracujá
Matéria seca (%)	93,20
Energia bruta (kcal/kg)	5.233,00
Proteína bruta (%)	13,56
Extrato etéreo (%)	5,04
Fibra em detergente neutro (%)	62,86
Fibra em detergente ácido (%)	53,36
Matéria mineral	1,32
Cálcio (%)	0,06
Fósforo (%)	0,33
Potássio (g/kg)	0,33
Sódio (g/kg)	0,03

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZ/UFC e Laboratório de solos da Embrapa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Em geral, a composição da torta obtida de diferentes oleaginosas varia pelos mesmos fatores que influenciaram a composição da semente, somando-se a isso o tipo de processamento para extração do óleo. As diferenças encontradas na composição do maracujá estão ligadas às características do tipo de solo da região, diferentes formas de cultivo e a adubação que é um fator importante na qualidade do fruto do maracujazeiro e pode resultar em variação na composição do fruto e sementes (MENDONÇA *et al.*, 2006).

Na determinação da energia metabolizável, observou-se que houve diferença entre os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da torta da semente de maracujá determinada com os níveis de 20 e 40%, obtendo-se maior valor de EMAn com 20% de substituição (Tabela 18).

A diminuição dos valores de EMAn com aumento do nível de substituição, pode ser associado aos efeitos negativos do aumento do teor de fibra na ração, visto que a semente de maracujá tem em sua maioria presença de fibra insolúvel (CHAU; HUANG, 2004). Para Arruda e Fernandes *et al.* (2014), o aumento no teor de fibra pode reduzir a digestibilidade

dos nutrientes, por aumentar a taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, dificultando o acesso das enzimas digestíveis.

Tabela 18 - Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da torta da semente de maracujá determinados com codornas de corte, expressos na matéria seca

Níveis de inclusão	EMAn (kcal/kg MS)
20%	3.876,17 a
40%	3.469,00 b
Média	3.672,58
Coefficiente de variação (%)	3,03
Análise de variância ( <i>p</i> -valor)	0,0005

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os valores de EMAn determinados para torta da semente de maracujá para codornas de corte foi superior aos estabelecidos para semente de maracujá por Fachinello *et al.* (2016), que estimaram a EMA e EMAn em 2.976 e 2.939 kcal/kg, respectivamente. Todavia, essas diferenças são justificadas pela variação na composição da semente de maracujá, principalmente no teor de energia e fibra. No entanto, o valor determinado com o nível de 20% de substituição se aproxima do valor determinado por Zanetti *et al.*, (2017 para frangos de corte, que foi de 3945,41 kcal/kg.

Diante dos resultados, pode-se recomendar o valor de 3.876 EMAn/kg de MS da torta da semente de maracujá para formulações das rações das codornas de corte, uma vez que os resultados para os valores de EMA obtidos com a substituição da ração referência pelo alimento teste em 20% têm sido recomendados para alimentos fibrosos, com uso da coleta total de excretas (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

#### **4.4 Desempenho de codornas de corte alimentadas com ração contendo torta da semente de maracujá**

No resultados do ensaio de metabolismo realizado durante o desempenho (Tabela 19), observou-se que, em relação à ração controle, as rações contendo 15, 20 e 25% de inclusão da torta da semente do maracujá apresentaram menores valores dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), energia bruta (CMEB), da energia metabolizável aparente (EMA) e das energia metabolizáveis aparentes corrigidas pelo balanço de nitrogênio na matéria seca (EMAn), não havendo efeito significativo, apenas para o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio (CMN).

Na análise de regressão, verificou-se que, com exceção do CMN que não diferiu significativamente, houve efeito linear decrescente a partir do nível de 5% de inclusão da torta da semente do maracujá para todas as variáveis.

Tabela 19 - Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas de corte contendo torta da semente de maracujá

Nível de Inclusão (%)	CMEB (%)	CMMS (%)	CMN (%)	EMA (kcal/kgMS)	EMAn (kcal/kgMS)	EMAn (kcal/kgMN)
0	87,57	86,37	70,42	3.644	3.418	3.0800
5	87,24	85,24	70,51	3.6488	3.4085	3.0883
10	85,79	83,80*	70,60	3.5951	3.3673	3.0770
15	83,56*	82,26*	70,69	3.5056*	3.2618*	2.9623*
20	81,37*	79,99*	69,64	3.4696*	3.2333*	2.9566*
25	80,23*	78,82*	69,42	3.4610*	3.2417*	2.9391*
Média	84,2	82,64	70,21	3.5514	3.319	3.0200
CV <sup>6</sup> (%)	1,79	1,84	3,31	1,79	1,74	1,74
ANOVA <sup>7</sup>				p-valor		
Nível	<0,0001	<0,0001	0,8895	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Regressão				p-valor		
Linear	<0,0001 <sup>1</sup>	<0,0001 <sup>2</sup>	0,2826	<0,0001 <sup>3</sup>	<0,0001 <sup>4</sup>	<0,0001 <sup>5</sup>
Quadrática	0,7833	0,9423	0,6121	0,1576	0,0619	0,2767

<sup>1</sup>CMEB ( $Y = 89,1766 - 0,3689X$ ,  $R^2 = 0,7627$ ), <sup>2</sup>CMMS ( $Y = 87,0168 - 0,3327X$ ,  $R^2 = 0,7220$ ), <sup>3</sup>EMA ( $Y = 3,6864 - 0,010X$ ,  $R^2 = 0,5534$ ), <sup>4</sup>EMAn MS ( $Y = 3,4418 - 0,0092X$ ,  $R^2 = 0,5298$ ), <sup>5</sup>EMAn MN ( $Y = 3,1307 - 0,0083X$ ,  $R^2 = 0,5301$ ) <sup>6</sup>CV= <sup>6</sup>Coefficiente de variação; <sup>7</sup>ANOVA= Análise de variância. \*Efeito estatístico significativo pelo Teste de Dunnett ( $P>0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A redução dos valores para os coeficientes de metabolização e energia metabolizável das rações à medida que ocorreu a inclusão da torta da semente de maracujá pode ser associada aos efeitos negativos do aumento do teor de fibra na ração sobre a digestibilidade dos nutrientes. Para Chau e Huang (2004), a fração fibrosa da semente de maracujá é constituída majoritariamente por fibra insolúvel (98,9%), sendo a fração solúvel representada por 1,13%. Alimentos com alta teor de fibra insolúvel pode resultar em menor tempo de exposição da digesta aos processos de digestão, pois a sua presença em concentrações elevada tende de aumentar a da taxa de passagem da digesta, resultando na redução da disponibilidade dos nutrientes dietéticos (KHAJALI; SLOMINSKR, 2012) e, conseqüentemente, na energia metabolizável.

Dentre outros efeitos esperados com a inclusão de fibra nas rações, está à diluição da concentração energética e a interação com a utilização dos demais nutrientes por conta do aumento da velocidade do trânsito digestivo. A fração fibrosa do alimento influencia negativamente a energia metabolizável da ração (ARRUDA; FERNANDES, 2014). Justificando o resultado encontrado, quando se elevou os níveis de inclusão da torta da semente de maracujá para 15, 20 e 25% e houve prejuízo causado na EMAn.

Para as variáveis de desempenho (Tabela 20), na comparação do tratamento controle com aqueles que tiveram a inclusão da torta da semente do maracujá, observou-se que não houve diferença significativa para o ganho de peso, contudo, houve diferença significativa para o consumo de ração e a conversão alimentar. Segundo os resultados, a inclusão de torta da semente de maracujá em nível a partir de 10% promoveu aumento significativo no consumo de ração, com respectiva piora na conversão. Na análise de regressão, observou-se que a inclusão da torta de maracujá, a partir de 5%, influenciou linearmente provocando o aumento do consumo ( $Y = 878,80 + 6,43X$ ,  $R^2 = 0,43$ ) e piorando a conversão alimentar ( $Y = 3,91 + 0,03X$ ,  $R^2 = 0,55$ ).

Tabela 20 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente de maracujá no período de 7 a 42 dias de idade

Nível de Inclusão(%)	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
0	837,40	225,20	3,72
5	892,00	221,83	4,03
10	956,00*	224,17	4,27*
15	981,33*	223,83	4,38*
20	1032,67*	229,17	4,51*
25	1014,50*	221,82	4,66*
Média	955,60	223,69	4,28
CV <sup>1</sup> (%)	5,34	4,53	4,76
Análise de variância		<i>p-valor</i>	
Nível	<0,0001	0,9832	<0,0001
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	<0,0001 <sup>2</sup>	0,8643	<0,0001 <sup>3</sup>
Quadrática	0,0985	0,2003	0,6187

\*Difere estatisticamente comparado ao tratamento controle pelo Teste Dunnett ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup>Coeficiente de variação <sup>2</sup> Consumo de ração ( $Y = 878,80 + 6,43X$ ,  $R^2 = 0,43$ ) e <sup>3</sup>Conversão alimentar ( $Y = 3,91 + 0,03X$ ,  $R^2 = 0,55$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Tal como relatado nos resultados do ensaio de metabolismo, houve redução da energia metabolizável das rações com o aumento da inclusão da torta da semente do maracujá na ração. Dessa forma, considerando que a ingestão voluntária de alimento pelas aves é regulada,

principalmente pela quantidade de energia da ração destinada aos processos metabólicos do organismo, o aumento do consumo de ração é uma forma da ave atender às exigências nutricionais. Como o aumento no consumo de ração não expressou respectiva resposta no ganho de peso das aves, a piora na conversão alimentar era um resultado esperado.

Na avaliação das características de carcaça (Tabela 21), constatou-se que o rendimento de carcaça, a proporção de peito, a coxa + sobrecoxa, a gordura abdominal, a moela e o fígado não diferiram entre as aves alimentadas com as rações contendo torta da semente de maracujá e as do grupo controle. Não foi constatado também efeito significativo na análise de regressão para as características de carcaça.

Tabela 21 - Rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de órgãos de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente de maracujá no período de 7 a 42 dias de idade

Nível de Inclusão	Peso Final	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa + sobrecoxa (%)	Gordura Abdominal (%)	Moela (%)	Fígado (%)
0	257,20	78,18	41,90	22,38	1,09	1,93	2,04
5	254,00	74,53	42,56	22,49	1,31	2,05	1,88
10	251,50	74,81	42,92	22,74	0,92	1,88	1,89
15	256,17	76,39	40,67	23,15	0,92	2,05	2,12
20	254,00	75,59	43,14	23,58	1,05	1,95	2,02
25	251,50	76,34	40,67	22,92	1,06	1,84	1,92
Média	254,49	75,91	42,02	22,89	1,06	1,95	1,97
CV <sup>1</sup> (%)	5,11	3,30	5,47	4,55	32,96	7,63	17,53
ANOVA <sup>2</sup>				p-valor			
Nível	0,98	0,2151	0,3159	0,4179	0,4296	0,1056	0,8052
Regressão				p-valor			
Linear	0,8371	0,1582	0,3399	0,2362	0,4257	0,0949	0,6205
Quadrática	0,9676	0,6909	0,8967	0,2828	0,0815	0,5856	0,2377

<sup>1</sup>Coefficiente de variação <sup>2</sup>Análise de Variância

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Embora, a inclusão crescente da torta da semente de maracujá tenha resultado na redução da EMAn das rações, pois existia a possibilidade de que ocorressem efeitos significativos sobre a deposição de músculos e gordura na carcaça, uma vez que houve alteração nas relações entre a energia e os aminoácidos das rações. Contudo, os resultados indicaram que a redução da EMAn das rações não foi suficiente para causar efeito significativo sobre as características de carcaça de codornas de corte, pois as aves alimentadas com rações contendo a torta da semente do maracujá aumentaram o consumo de ração garantindo a ingestão de nutrientes.

Na avaliação da estabilidade lipídica da carne de codornas de corte alimentadas com a torta da semente de maracujá, por meio da determinação do valor de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), observou-se que não houve interação significativa entre os níveis de inclusão testados e os tempos de armazenando da carne (Tabela 22). Não houve também diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os diferentes níveis de inclusão da torta da semente de maracujá em relação ao tratamento controle. Contudo, foi observado que o valor médio de TBARS na carne armazenada por 60 dias foi significativamente superior em relação ao determinado na carne com 1 dia de armazenamento.

Tabela 22 - Oxidação lipídica da carne (peito, coxa e sobrecoxa) de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente de maracujá

Fator	TBARS (mg de malonaldeído/kg)
Nível de Inclusão (%)	
0	2,25
5	2,31
10	2,26
15	2,31
20	2,37
25	2,01
Tempo (Dias)	
0	1,71b
60	2,75 <sup>a</sup>
Média	2,23
Coefficiente de Variação (%)	18,75
Análise de variância	p-valor
Nível	0,4039
Tempo de armazenamento	<0,0001
Nível x Tempo de armazenamento	0,4410
Regressão	
Linear	0,4013
Quadrática	0,5726

Efeito estatístico não significativo pelo Teste SNK ( $P>0,05$ )

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para Romo e Nava (2007), as sementes de maracujá têm a presença de compostos fenólicos com atividade antioxidante, ao passo que Wilhelm *et al.* (2014) afirmam que a concentração na torta de maracujá seria maior do que na semente, outro ponto importante seria a redução dos ácidos graxos na torta comparados com as sementes. Por isso, esperava-se que a inclusão da torta da semente do maracujá reduzisse a oxidação da carne. No entanto, até o nível de inclusão testado não foi possível observar esse efeito.

Em estudos com semente de maracujá, Zanetti *et al.* (2017) também observaram o efeito sobre a oxidação lipídica de carne de frango (coxa) e verificaram que não houve interação entre os níveis de inclusão da semente de maracujá, tendo sido observado o efeito apenas entre o tempo de armazenamento, quando o nível de 5% de inclusão apresentou valores de oxidação lipídica da carne inferiores ao comparado com tratamento controle aos 60 dias armazenamento.

Na avaliação da qualidade da cama, observou-se que nenhuma das variáveis não foi influenciada pelos diferentes níveis da semente do maracujá utilizadas em relação ao tratamento controle (Tabela 23). No entanto, foi observado um aumento linear ( $Y = 7,73 + 0,04X$ ,  $R^2 = 0,16$ ) nos valores de pH a partir de 5% da inclusão da torta da semente de maracujá.

Tabela 23 – Parâmetros de qualidade da cama de codornas de corte alimentadas com rações contendo torta da semente de maracujá

Nível de Inclusão(%)	Umidade (%)	pH	Amônia Volatilizada(mg/g)	Temperatura (°C)
0	12,17	8,64	0,33	32,16
5	12,32	7,98	0,24	31,79
10	12,03	7,97	0,29	31,98
15	12,66	8,42	0,31	31,92
20	12,69	8,51	0,22	32,09
25	12,49	8,65	0,22	32,43
Média	12,40	8,35	0,27	32,06
Coeficiente de Variação (%)	13,26	7,72	33,54	3,23
Análise de variância			<i>p-valor</i>	
Nível	0,9772	0,2646	0,2145	0,9264
Regressão			<i>p-valor</i>	
Linear	0,6451	0,0308	0,2259	0,2819
Quadrática	0,8712	0,9486	0,1923	0,7314

Efeito estatístico não significativo pelo Teste de Dunnett ( $P > 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A alteração do pH pode ser decorrente da degradação microbiana no substrato nitrogenado sob condição de umidade (OLIVEIRA; MONTEIRO, 2013), porém esse processo resulta no aumento da volatilização da amônia, o que não foi observado nesse estudo. Dessa forma, a alteração do pH da cama, à medida que houve o aumento da inclusão da semente do maracujá, pode estar associada ao alto conteúdo de fibras presente na semente do maracujá, representado principalmente por fibras insolúveis. O elevado teor de fibra insolúvel na dieta pode ocasionar aumento na taxa de passagem da digesta, proporcionando menor tempo de exposição aos processos de digestão e absorção, promovendo redução na

utilização dos nutrientes (KHAJALI; SLOMINSKR, 2012) e, conseqüentemente, mais excreção de nutrientes não digeridos, alterando a composição e pH da cama aviária. De acordo com Traldi *et al.* (2007), valores de pH superiores a 7,0 normalmente estimulam a proliferação bacteriana na cama e aumento da volatilização da amônia. Contudo, a alteração do pH não representou perda de qualidade, sem que ocorresse efeito sobre os demais parâmetros.

No tocante à viabilidade econômica (Tabela 24), observou-se diferença significativa entre os tratamentos no custo com alimentação, no índice de eficiência econômica (IEE) e no índice de custo (IC). A inclusão da torta da semente do maracujá a partir de 10% promoveu aumento nos custos com alimentação pior IC e IEE, quando comparadas ao tratamento controle. Entretanto, com base na análise de regressão, não houve efeito significativo da adição da torta em níveis acima de 5%, para as variáveis analisadas.

Tabela 24 - Avaliação econômica da inclusão da torta da semente de maracujá na alimentação de codornas de corte

Níveis de Inclusão (%)	Custo com alimentação (R\$/kgb de ganho)	Índice de eficiência econômica (%)	Índice de custo (%)
0	4,83	100,00	100,00
5	5,10	95,12	105,48
10	5,26*	92,02*	108,93*
15	5,26*	91,79*	108,99*
20	5,27*	91,79*	108,97*
25	5,29*	91,62*	109,53*
Média	5,18	93,55	107,19
CV <sup>1</sup> (%)	4,74	4,71	4,76
ANOVA		<i>p-valor</i>	
Nível	0,0010	0,0003	0,0010
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	0,2098	0,2847	0,2103
Quadrática	0,4718	0,3981	0,4720

<sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup>Análise de variância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A partir dos resultados, é possível incluir até 5% de torta da semente de maracujá obtendo-se viabilidade econômica semelhante ao que aconteceu com grupo controle.

A piora nos resultados para as variáveis de viabilidade econômica pode ser associada ao aumento no consumo com elevação da inclusão da torta da semente de maracujá nas rações, pois, mesmo com a redução no custo do kg de ração conforme o aumento do nível de inclusão, esse efeito não superou o aumento do custo com a maior ingestão de ração para



manter o ganho de peso. Dessa forma, considerando que a torta é um coproduto da utilização da semente de girassol para o lançamento de um produto com valor de mercado elevado que é o óleo, a inclusão da torta em níveis superiores a 5% pode se tornar viável a depender do preço, que deve ser menor que o utilizado para os cálculos da viabilidade econômica no estudo proposto.

## 5 CONCLUSÕES

A inclusão da semente de maracujá em rações para codornas de corte, entre 7 e 42 dias de idade, aumenta o consumo de ração e piora a conversão alimentar. Contudo, não altera as características de carcaça, a estabilidade lipídica da carne e apresenta viabilidade econômica para sua inclusão até o nível de 15%.

A inclusão da torta da semente de maracujá em rações para codornas de corte, entre 7 e 42 dias de idade, aumenta o consumo de ração e piora a conversão alimentar. Contudo, não altera as características de carcaça, a estabilidade lipídica da carne e apresenta viabilidade econômica para sua inclusão até o nível de 5%.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. I. M. *et al.* Growth performance of meat male quails (*Coturnix sp.*) of two lines under two nutritional environments. **Archives of Veterinary Science**, [s.l.] v.7, n. 2, p.103-108, 2002.
- ARAÚJO, L. M.; CHAAR, J. CONCEIÇÃO, R.C. Extração do óleo da semente do maracujá (*passiflora edulis f. flavicarpa*) por prensagem em extrator radial tubular e caracterização da biomassa residual. REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 2009. Manaus. **Anais** [...] Manaus, Amazonas, p. 201-203, 2009.
- ARIKI, J. *et al.* Aproveitamento de cascas desidratadas e sementes de maracuja amarelo (*Passiflora edulis f. flavi carpa Deg.*) na alimentação de frangos de corte. **Científica**, [s.l.], p. 340-343, 1977.
- ARRUDA, A. L. V.; FERNANDES, R. T.V. Energetic value of forages from semi-arid region and digestibility of rations for naked neck pullets. **Revista Caatinga**, [s.l.] v. 27, n. 3, p. 232-238, 2014.
- ASCHERI, J. L. R. *et al.* Resíduos sólidos da indústria de suco de maracujá: aproveitamento da casca por extrusão. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2013, Lima. CONGRESSO INTERAMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Anais** [...] Lima, p. 122-128, 2013.
- AYALA-ZAVALA, J. F. N. *et al.* Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 7, p. 1866-1874, 2011.
- BELLAVER, C. *et al.* Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1984. **Anais** [...] Belo Horizonte, Minas Gerais, p. 969-974, 1994.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, p. 301, 2006.
- BERTECHINI, A. G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. Simpósio Internacional, 2010, Lavras. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2010. **Anais** [...] Lavras, Minas Gerais, p. 1-6.
- CORRÊA, G. S. S. *et al.* Exigência de metionina+ cistina total para codornas de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, [s.l.], v. 58, n. 3, p. 414-420, 2006.
- CUNHA F. S. A. **Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix japonica*)**. 2009. (Doutorado Integrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Universidade Federal da Paraíba. Universidade Federal do Ceará, Pernambuco, 2009.
- CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Characterization of passion fruit seed fibres—a potential fibre source. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 85, n. 2, p. 189-194, 2004.

- DA SILVA, R. M. *et al.* Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **R. Bras. Zootec**, v. 38, n. 8, p. 1509-1517, 2009.
- FACHINELLO, M. R. *et al.* Nutritional evaluation of passion fruit seed meal for meat quails. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [s.l.], v. 17, n. 2, p. 202-213, 2016.
- FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de fruticultura**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 101-102, 2004.
- FERREIRA, T. S. **Inclusão do resíduo da acerola em rações para codornas de corte.** 2016. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Inclusão do resíduo da acerola em rações para codornas de corte, Aracajú, 2016.
- FIALHO, E. T. *et al.* Utilização da cevada em dietas suplementadas com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 27, n. 10, p. 1467-1475, 1992.
- FURTADO, D. A. *et al.* Índices de conforto térmico e concentração de gases em galpões avícolas no semiárido Paraibano. **Engenharia Agrícola**, [s.l.], v. 30, n. 6, 2016.
- FRANÇA, L. G. F. *et al.* Caracterização de fatores que influenciam a emissão de amônia pelos dejetos de galinhas poedeiras e proposição de um score para o potencial máximo de emissão. XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2014. **Anais [...]** Campo Grande, 2014.
- GARCIA & PIZZOLANTE, C. C. Nutrição de codornas para postura. Simpósio Internacional de Coturnicultura, 2004. Lavras. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2004. **Anais [...]** Lavras, Minas Gerais, 2004.
- GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, F. R. Papel da cama na produção e bem-estar de frangos de corte. **Revista Avisitae**, [s.l.], v. 47, p. 46-50, 2011.
- GOMES, F. A.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B. *et al.* Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 36, n. 2, p. 396-402, 2007.
- GONZALES, E.; SALDANHA, E. S. P. B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. **Congresso Brasileiro de Zootecnia**, [s.l.], p. 310-327, 2001.
- HERNANDES, R.; CAZETTA, J. O.; MORAES, V.; M.; B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frangos de corte em diferentes densidades e tempos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], p. 1795-1802, 2002.
- INFANTE, J. *et al.* Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 92, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Brasileira.** Produção da Pecuária Municipal, Rio de Janeiro, v 45, p. 1-8, 2017a. Disponível em:

[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2017\\_v45\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf). Acesso em: 5 jan. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola: lavora permanente**, 2017b. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/15/11997>. Acesso em: 19 set. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção**

**Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, v. 42, 2015.

Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>. Acesso em: 2 dez. 2018.

JORGE, N. *et al.* Composição centesimal e atividade antioxidante do extrato de sementes de maracujá (*Passiflora edulis*) em óleo de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s.l.], v. 39, n. 4, 2009.

JÚNIOR, R. F. B. *et al.* Características de carcaça de codornas fêmeas alimentadas com resíduo da semente do maracujá. IV SIMPÓSIO DE AVICULTURA DO NORDESTE, 2018, João Pessoa. **Anais [...]** João Pessoa, Paraíba, p. 11-13, 2018.

LEANDRO, N. S. M. *et al.* Desempenho produtivo de codornas japonesas (*Coturnix coturnix coturnix*) submetidas a diferentes densidades e tipos de debicagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, no. 1, p. 129-135, 2005.

LIU, S. *et al.* Physical and chemical analysis of *Passiflora* seeds and seed oil from China. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, [s.l.], v. 59, n. 7-8, p. 706-715, 2008.

LÓPEZ-VARGAS, J. *et al.* Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, [s.l.], v. 51, n. 2, p. 756-763, 2013.

LOUSADA JÚNIOR, J. E. *et al.* Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, [s.l.], v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

KANG, K. R.; CHERIAN, G.; SIM, J. S. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid-modified poultry products. **Poultry Science**, [s.l.], v. 80, n. 2, p. 228-234, 2001.

KHAJALI, F.; SLOMINSKI, B. A. Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. **Poultry Science**, [s.l.], v. 91, n. 10, p. 2564-2575, 2012.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*): physical and chemical characteristics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s.l.], v. 55, n. 1, p. 127-134, 2012.

MANICA, I. **Fruticultura tropical: 1. Maracujá**. São Paulo: Agronômica Ceres, 160p, 1981.

- MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos latinoamericanos de nutrición**, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.
- MASSUDA, E. M.; MURAKAMI, A. E. Custo de produção na coturnicultura - Granjas de postura. **PUBVET**, [s.l], v. 2, n. 36, 2008.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v. 7, p. 3-11, 1965.
- MEDINA, J. C. *et al.* **Maracujá**: da cultura ao processamento e comercialização. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, cap. 3. (Série Frutas Tropicais, 9), 1980.
- MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C.H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá**: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 345-385, 2001.
- MENDONÇA, Vander *et al.* Fontes e doses de fósforo para o maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga**, [s.l], v. 19, n. 1, 2006.
- MORAES, V. M. B.; ARIKI, J. Importância da nutrição na criação de codornas e qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna. In: **Proc. 3rd Biological Institute's Itinerant Meeting on Plant Health, Mogi das Cruzes, Sao Paulo, Brazil**. 2000.
- MÓRI, C. *et al.* Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 870-876, 2005.
- MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. Produção de codornas japonesas. **Jaboticabal: Funep**, v. 507, 1998.
- MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. **Simpósio Internacional de Coturnicultura**, Lavras, v. 1, p. 113-120, 2002.
- NASCIMENTO, G. A. J. do *et al.* Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l], v. 29, n. 1, p. 200-207, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy of Sciences, p. 44-45, 1994.
- OLIVEIRA, E. G. Pontos críticos no manejo e nutrição de codornas. **Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações**, 2001, Campinas p. 71-96, 2001.
- OLIVEIRA, L. F. *et al.* Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l], v. 22, n. 3, p. 259-262, 2002.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* Efeito de condicionadores químicos na cama de frango sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, [s.l], v. 56, n. 4, p. 536-541, 2004.

OLIVEIRA, P. A.V.; MONTEIRO, A. N. T. R. Emissão de amônia na produção de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA FACTA, Campinas, 2013. **Anais [...]** Campinas: Facta, 2013. 1 CD-ROM., 2013.

PANDA, B.; SINGH, R. P. Developments in processing quail meat and eggs. **World's Poultry Science Journal**, [s.l], v. 46, n. 3, p. 219-234, 1990.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P de; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, [s.l], v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

PERAR, K. *et al.* Passion Fruit (*Passiflora edulis*) Seed Cake as a Feed Ingredient for Jaraqui (*Semaprochilodus insignis*) and Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **J Anesth Crit Care Open Access**, [s.l], v. 6, n. 6, p. 173, 2017.

PIGHINELLI, A. L. M. T. *et al.* Otimização da prensagem a frio de grãos de amendoim em prensa contínua tipo expeller. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l], v. 28, p. 66-71, 2008.

PINTO, R. *et al.* Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002.

POKORNÝ, J. Are natural antioxidants better - and safer - than synthetic antioxidants. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, n. 6, p. 629-642, 2007.

QIU, G.; GUO, M. Quality of poultry litter-derived granular activated carbon. **Bioresource Technology**, [s.l], v. 101, p. 379-386, 2010.

REIS, L. F. S. D. Codornizes, criação e exploração. **Lisboa: Agros**, v. 10, p. 222, 1979.

REIS, A. F. *et al.* Resíduo da semente de maracujá na alimentação de frangos de corte. Encontro Anual de Iniciação Científica, Maringá, 2015. **Anais [...]** Maringá, Paraná, p. 313, 2015.

ROMO, G.; NAVA, G. A protocol for evaluating locally-sourced alternative feed ingredients: an example using passion fruit seed meal. **Engormix**. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-feedachinery/formulation/articles/protocol-evaluating-locallysourced-alternative-t395/800-p0.htm>>. Acesso em: 10 out. 2018.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* Composição de alimentos e exigências nutricionais. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**, 4. ed., Viçosa: UFV, p 252., 2017.

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

SANT'ANNA, E. S.; TORRES, R. C. O.; PORTO, A. C. S.; **Boletim CEPPA**, v.19, 2001.

SANTOS, V. C. *et al.* Desempenho e digestibilidade de componentes nutritivos de dietas contendo subprodutos de oleaginosas na alimentação de cordeiros. **Semina-Ciências Agrárias**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, v. 35, n. 3, p. 1577-1586, 2014.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, J. H. V *et al.* Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho de codornas japonesas de 1 a 14 dias de idade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL. **Anais [...]** Lavras, Minas Gerais, p. 143, 2007.

SILVA, J. H. V da.; COSTA, F. G. P. **Tabela para codornas japonesas e europeias**. Jaboticabal, SP: Funep, 2009.

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.775-790, 2012.

SILVA, F. C. S. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 627, 2009.

SILVA, R. M. *et al.* Chemical characterization of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) seeds. **African Journal of Biotechnology**, [s.l.], v. 14, n. 14, p. 1230-1233, 2015.

SILVA, J. C. T. Utilização do farelo de castanha do Brasil em rações para frangos de corte de linhagem caipira. 2016. (Mestrado em Sanidade e produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental), Rio Branco, 2016.

SOARES, L. A. S.; SIEWERDT, F. **Aves e Ovos**. Pelotas: Ed. UFPEL, p. 138, 2005.

TOGASHI, C. K. *et al.* Subprodutos do maracujá em dietas para frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, [s.l.], v. 30, n. 4, p. 395-400, 2008.

TOGASHI, C. K. *et al.* Composição em ácidos graxos dos tecidos de frangos de corte alimentados com subprodutos de maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 36, n. 6, p. 2063-2068, 2007.

TRALDI, B. A. *et al.* Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 36, p.660-665, 2007.

VANDERPLANK, J. *et al.* **Passion flowers and passion fruit**. Cassell Publishers Limited, Londres, p. 45-46, 1991.

VAN SOEST, P. J. van; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, [s.l.], v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA, M. F. A. *et al.* Qualidade sanitária de camas de frango de corte reutilizadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 5, p. 800-807, 2015.



WANG, Y. *et al.* Fatty acid determination in chicken egg yolk: a comparison of different methods. *Poult. Sci. [s.l.]* v.79, p.1168-1171, 2000.

WEILLER, M. A. A. **Efeito de probiótico a base de *b. Subtilis* e *b. Cereus* sobre a cama de frangos desafiados com *salmonella enteritidis***. Santa Maria, 2014, 44 f. Especialização (Residência em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

WILHELM, A.E. *et al.* Diferentes taxas de alimentação de prensa do tipo expeller na eficiência de extração e na qualidade do óleo de semente de maracujá. Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2014. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 7, p. 1312-1318, jul. 2014.

ZANETTI, L. H.; MURAKAMI, A. E.; DIAZ-VARGAS, M.; GUERRA, A. F. Q. G.; OSPINA-ROJAS, I. C.; NASCIMENTO, G. R.; PINTRO, P. T. M. (2018). By-product of passion fruit seed (*Passiflora edulis*) in the diet of broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 98(1):109-118. ZERAIK, M.L. *et al.* Maracujá: um alimento funcional. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.] v. 20, n. 3, p. 459-471, 2010.