



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



**PRODUÇÃO DE CODORNAS EUROPEIAS E A TÉCNICA DO ULTRASSOM PARA
ANALISAR O DESENVOLVIMENTO MUSCULAR**

THAILINE SANTANA SANTOS

SÃO CRISTOVÃO- SE

2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



THAILINE SANTANA SANTOS

**PRODUÇÃO DE CODORNAS EUROPEIAS E A TÉCNICA DO ULTRASSOM PARA
ANALISAR O DESENVOLVIMENTO MUSCULAR**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Sergipe como parte das
exigências para obtenção do título de
“Mestre”

Orientador: Prof. Dr. Gregório Murilo de Oliveira Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Claudson Oliveira Brito

SÃO CRISTOVÃO- SE

2019

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237p

Santos, Thailine Santana.

Produção de codornas europeias e a técnica do ultrassom para analisar o desenvolvimento muscular / Thailine Santana Santos; orientador Gregório Murilo de Oliveira Júnior. – São Cristóvão, SE, 2019.

61 f.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) –Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Zootecnia. 2. Nutrição animal. 3. Coturnicultura – Alimentação e rações. 4. Nutrição animal – Análise sensorial. 5. Ultrassonografia. I. Oliveira Júnior, Gregório Murilo de, orient. II. Título.

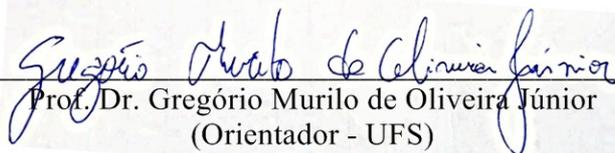
CDU: 636.5.084.52

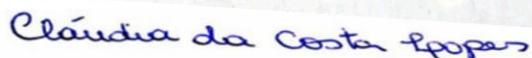
THAILINE SANTANA SANTOS

PRODUÇÃO DE CODORNAS EUROPEIAS E A TÉCNICA DO ULTRASSOM PARA
ANALISAR O DESENVOLVIMENTO MUSCULAR

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Sergipe como parte das
exigências para obtenção do título de
“Mestre”

Aprovada em 28 de Fevereiro de 2019.


Prof. Dr. Gregório Murilo de Oliveira Júnior
(Orientador - UFS)



Prof. Dr. Cláudia, da Costa Lopes (UFAM – ICSEZ)



Prof. Dr. Sidney Fernandes Bandeira (IFTM)



Prof. Dr. Valdir Ribeiro Júnior (UFS – CAMPUS SERTÃO)

SÃO CRISTOVÃO- SE

2019

“A vida é fruto da decisão de cada momento. Talvez seja por isso, que a idéia de plantio seja tão reveladora sobre a arte de viver.

Viver é plantar. É atitude de constante semeadura, de deixar cair na terra de nossa existência as mais diversas formas de sementes.

Cada escolha, por menor que seja, é uma forma de semente que lançamos sobre o canteiro que somos. Um dia, tudo o que agora silenciosamente plantamos, ou deixamos plantar em nós, será plantação que poderá ser vista de longe...

Para cada dia, o seu empenho. A sabedoria bíblica nos confirma isso, quando nos diz que "debaixo do céu há um tempo para cada coisa!"

Pe. Fábio de Melo

À Deus por ser minha fortaleza.

Aos meus pais, Maria Aparecida de Santana Santos e Edinaldo Messias dos Santos, e aos meus irmãos Priscila Santana Santos, Karollaine Santana Santos e João

Victor Santana Santos, por todo apoio e incentivo.

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus e Nossa Senhora Aparecida, por todas as bênçãos derramadas em minha vida.

Aos meus pais, Maria Aparecida e Edinaldo Messias, por serem os meus maiores incentivadores.

Aos meus irmãos, Priscila, Karollaine e João Victor por sempre acreditarem em meu potencial.

Ao professor Gregório Murilo, pela orientação, paciência e pelo ensinamentos repassados e contribuição ao meu crescimento profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e aos professores que o compõe, pela contribuição ao meu crescimento profissional.

À minhas amigas Jucélia, Cláudia e Anne Caroline por estarem sempre ao meu lado dando apoio e incentivo nos momentos mais difíceis e por sempre acreditarem no meu potencial.

Aos meus colegas da graduação da Zootecnia UFS, que me ajudaram em todas as etapas do experimento, meu muito obrigado por contribuírem com o trabalho, a ajuda de vocês foi essencial.

Aos meus colegas do Mestrado (PROZOOTEC) pelo companheirismo, em especial Arlene e Camilo pelos auxílios nas atividades de laboratório.

À CAPES, pela concessão do aporte financeiro na forma de bolsa de estudos;

Ao PROMOB – Programa de Estimulo a Mobilidade e ao Aumento da Cooperação Acadêmica da Pós-Graduação em Sergipe – EDITAL CAPES/FAPITEC/SE N° 08/2013, pelo apoio ao PROZOOTEC e nas missões de ensino;

À técnica do LANA - UFS, Luciana por toda disposição, paciência e colaboração, durante a realização das análises bromatológicas;

À todas as pessoas que tive a oportunidade de conviver durante o mestrado, obrigado por fazer com que eu conseguisse alcançar essa conquista e contribuírem com meu crescimento profissional e principalmente pessoal.

À todos, muito obrigado!

BIOGRAFIA

THAILINE SANTANA SANTOS – Filha de Maria Aparecida de Santana Santos e Edinaldo Messias dos Santos. Nasceu em Nossa Senhora do Socorro, Sergipe, em 04 de Novembro de 1992.

Concluiu o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Sergipe em Março de 2017, finalizando com o seu Trabalho de Conclusão de Curso intitulado de “Uso da canela em pó na dieta de codornas em postura”.

No mesmo ano ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na mesma instituição, sob a orientação do professor Dr. Gregório Murilo de Oliveira Júnior, submetendo-se à banca examinadora para defesa da dissertação de mestrado em 28 de fevereiro de 2019.

Sumário

Lista de tabelas	i
Resumo	ii
Abstract	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Coturnicultura de corte no Brasil e em Sergipe	4
3.2. Exigências nutricionais de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>).....	5
3.3. Influência da energia sobre o desempenho e composição da carcaça	9
3.4. Análises quantitativas, qualitativas e sensorial da carne	11
3.5. Ultrassonografia como técnica para avaliar a composição de gordura e proteína	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO 1- PRODUÇÃO DE CODORNAS EUROPEIAS E A TÉCNICA DO ULTRASSOM PARA ANALISAR O DESENVOLVIMENTO MUSCULAR	19
Resumo	20
Abstract	21
1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	24
3. RESULTADOS	31
4. DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÃO	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

Lista de Tabelas

Capítulo 1 – Produção de codornas europeias e a técnica do ultrassom para analisar o desenvolvimento muscular.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais – Fase I	25
Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas experimentais - Fase II.....	26
Tabela 3. Desempenho de codornas europeias em função dos níveis de energia metabolizável	31
Tabela 4. Equações de predição do músculo <i>Pectoralis major</i> em função da idade avaliada e níveis de energia metabolizável da ração	32
Tabela 5. Pesos relativos da gordura e órgãos em função dos níveis de energia metabolizável e fase produtiva.....	33
Tabela 6. Composição corporal das codornas em função de diferentes níveis de energia metabolizável nas fases avaliadas.....	34
Tabela 7. Peso, rendimento de carcaça e de cortes e a qualidade de carcaça em função dos níveis de energia metabolizável.....	35
Tabela 8. Perfil dos consumidores que representam a análise sensorial.....	35
Tabela 9. Análise dos atributos sensoriais do filé de peito de codornas em relação aos níveis de energia metabolizável consumido pelas aves	36

SANTOS, Thailine Santana. **Produção de codornas europeias e a técnica do ultrassom para analisar o desenvolvimento muscular**. Sergipe, UFS. 2019, 61 p.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

Resumo: Um dos principais objetivos da indústria é ter um método preciso e objetivo para avaliar as características economicamente importantes dos animais ainda vivos e determinar o valor da carcaça. A ultrassonografia em tempo real já vem sendo utilizada em animais de grande e médio porte, porém em codornas as pesquisas ainda são poucas. Visto isso, objetivou-se avaliar o desempenho, o desenvolvimento corporal e a qualidade de carcaça de codornas europeias submetidas a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável, bem como, a composição de carcaça por meio do aparelho de ultrassonografia. Foram utilizadas 270 codornas européias (*Coturnix coturnix*), lote misto, no período de 7 a 49 dias de idade. As aves foram alojadas em gaiolas e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado dentro de três tratamentos, cinco repetições e 18 aves por unidade experimental. Os tratamentos experimentais consistiram em três níveis de energia metabolizável: Fase I - 7 a 21 dias de idade, contendo níveis de energia de 2.700; 2.900 e 3100 Kcal / kg e Fase II - 21 a 49 dias, contendo dietas de 2900; 3050 e 3200 kcal / kg de energia metabolizável. Foram avaliados o consumo de ração, ganho de peso e a conversão alimentar, bem como o desenvolvimento dos órgãos e a qualidade da carcaça utilizando o Teste Tukey a 5% de probabilidade. Também foram realizadas três ultrassonografias aos 21; 35 e 49 dias de idade, sendo realizadas duas leituras na porção ventral do músculo *Pectoralis major*: sendo uma leitura realizada na posição transversal da musculo e outra na posição longitudinal, em seguida as aves foram abatidas para quantificação dos órgãos e composição corporal. O consumo de ração foi reduzido ($P<0,05$), enquanto que a conversão alimentar melhorada ($P<0,05$) com o aumento dos níveis energéticos em todas as fases avaliadas. O desenvolvimento do fígado foi menor ($P<0,05$), enquanto que a moela aumentou ($P<0,05$) com a elevação do nível energético. Já aos 35 dias o peso do pâncreas, do pró-ventrículo e da moela foram reduzidos ($P<0,05$), enquanto que o teor de gordura aumentou com o maior nível de energia. Aos 49 dias de idade o teor de gordura foi maior ($P<0,05$) nos níveis de 2900 e 3100 kcal/kg de energia metabolizável na ração. Foi observado efeito significativo ($P<0,05$) para rendimento de asa, porém para os demais cortes: peito, coxa+sobrecoxa e carcaça, não houve o mesmo efeito. Para análise sensorial, não houve interferência dos níveis de energia sobre os atributos sensoriais. Não foi possível analisar o teor de gordura pelo método da ultrassonografia. Entretanto, foi possível ajustar a equação para prever a área, comprimento e profundidade do peito, onde a área teve maior representatividade: $Y=0,00242*EM+ 0,20536*Idade-6,18931$, $R^2 = 81,34\%$. Conclui-se que o aumento do nível energético da ração reduz o consumo de ração e melhora a conversão alimentar das codornas, contudo aumenta o nível de gordura na carcaça das mesmas, sem prejudicar o desenvolvimento das aves. A técnica de ultrassonografia *in vivo* utilizando a área do músculo *Pectoralis major*, considerando a idade e o nível energético da dieta possibilita prever o tamanho do peito de forma eficaz.

Palavras-chave: Análise sensorial; coturnicultura; exigência; nutrição; qualidade de carcaça; ultrassonografia.

SANTOS, Thailine Santana. **Production of European quail (*Coturnix coturnix*) and ultrasound technique to analyze muscle development**. Sergipe, UFS. 2019, 61 p.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

Abstract: The livestock industry objective to have a precise and objective method to assess the economically important characteristics of the animals while they are still alive and to determine the value of the carcass. Real-time ultrasonography has already been used in large and medium-sized animals, but in quails research are still few. The objective of this study was to evaluate the performance, body development and carcass quality of European quails submitted to diets with different levels of metabolizable energy, as well as the carcass composition using the ultrasound apparatus. Were used 270 European quail (*Coturnix coturnix*), mixed lot, in the period from 7 to 49 days of age. The birds were housed in cages and distributed in a completely randomized design within three treatments, five replicates and 18 birds per experimental unit. The experimental treatments consisted of three levels of metabolizable energy Phase I- 7 to 21 days old, contend diets energy levels of 2,700; 2,900 and 3100 Kcal/kg and Phase II – 21 to 49 days old, contend diets 2900; 3050 and 3200 kcal/kg of metabolizable energy. Were evaluated the feed intake, weight gain and feed conversion, as well as organ development and carcass quality using the Tukey test at 5% probability. Three ultrasonographies were also performed at 21; 35 and 49 days old, two readings were performed in the ventral portion of the *Pectoralis major* muscle: a reading was performed in the transverse position of the muscle and another in the longitudinal position, then the birds were slaughtered for organ quantification and body composition. The feed intake was reduced ($P < 0.05$), while the feed conversion improved ($P < 0.05$) with the increase of the energy levels in all phases evaluated. The development of liver was lower ($P < 0.05$), while gizzard increased ($P < 0.05$) with elevation of energy level. At 35 days, the weight of the pancreas, pro-ventricle and gizzard were reduced ($P < 0.05$), while the fat content increased with the highest energy level. At 49 days of age the fat content was higher ($P < 0.05$) at the levels of 2900 and 3100 kcal/kg of metabolizable energy in the diet. A significant effect ($P < 0.05$) was observed to wing yield, but to the other cuts: chest, thigh + overcoat and carcass, there was not the same effect. For sensory analysis, there was no interference of energy levels on the sensory attributes. It was not possible to analyze the fat content by the ultrasound method. However, it was possible to adjust the equation to predict chest area, length and depth, where the area was more representative: $Y = 0,00242 * EM + 0,20536 * Idade - 6,18931$, $R^2 = 81,34\%$. It is concluded that the increase in the energy level of the feed of 2.700 to 3100 kcal/kg of diets, reduces feed intake and improves the feed conversion of quails, but increases the level of fat in the quails from 35 days of age, without harming the development of the birds as well as the physical and sensorial characteristics of the meat. The in vivo ultrasound technique using to *Pectoralis major* muscle area by transversal reading, considering to age and energetic level of the diet, lets you predict with major reliability to *Pectoralis major* size.

Keywords: Carcass quality; coturniculture; methodology, nutrition requirement; sensory analysis; ultrasonography.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda do mercado consumidor por fontes de proteína animal que tenham custo baixo e qualidade, levou os pesquisadores e produtores a avaliarem espécies alternativas para fins comerciais de produção (REZENDE *et al.*, 2017), dentre elas a carne de codornas. Nos últimos anos, o consumo de carne de codornas está em ascensão devido a mudanças sociais e de hábitos da população, a maior oferta da carne por restaurantes e o menor preço do produto, o que o torna mais acessível até mesmo para as classes menos favorecidas.

A criação de codornas no Brasil, ainda é relativamente recente. Sendo as pesquisas direcionadas principalmente para determinar as exigências de codornas de postura. Contudo, a criação de codornas europeias está em franco crescimento, e um dos fatores que contribuem para isso é a existência de empresas e universidades que têm trabalhado insistentemente com o melhoramento genético e nutrição da espécie visando aumentar a sua produtividade.

Neste contexto, torna-se necessário estudar as exigências nutricionais destas aves para obter produtos de melhor qualidade e maior retorno econômico ao produtor, visto que os custos com alimentação correspondem a cerca de 75% do custo total da produção das codornas. Segundo Veloso *et al.* (2012) isso pode ser um fator limitante para o desenvolvimento da coturnicultura de corte, pois as exigências de proteína e energia variam de acordo com a genética, peso da ave, velocidade de crescimento, balanço e disponibilidade de aminoácidos, condições de alojamento e ingredientes usados nas formulações de rações e interferem nos resultados de desempenho e qualidade de carcaça.

A proteína da dieta é um dos nutrientes que mais afetam o desempenho das aves, assim como reflete diretamente nos custos das rações. Da mesma forma, o nível energético das rações afeta o desempenho produtivo, a composição da carcaça e o preço do quilograma da ração, visto que a demanda energética da ave é relativamente alta. Por outro lado, o nível

energético também irá influenciar o desenvolvimento corporal, dos órgãos e a composição da carcaça.

O nível energético da dieta, associado aos demais nutrientes, têm uma relação direta com a composição das carcaças. Aves que consomem dentro das exigências podem apresentar maior desenvolvimento dos órgãos, assim como melhor composição da carcaça. Por outro lado, níveis abaixo do recomendado podem reduzir a taxa de crescimento e o desenvolvimento de órgãos, enquanto que aves que consomem energia acima da demanda, podem apresentar maior deposição de tecido adiposo e, assim, influenciar na aceitabilidade desta carne pelo consumidor.

Em diversas espécies o aparelho de ultrassom tem sido utilizado para avaliar a composição da carcaça e o melhor momento para o abate dos animais (Oviedo-Rondón *et al.*, 2007; Dibiasi *et al.*, 2010; Cartaxo, *et al.*, 2011). Contudo, as pesquisas com aves, em especial com codornas, ainda são escassas. Akbarnejad *et al.* (2015) trabalharam com a técnica da ultrassonografia em codornas japonesas, onde avaliaram as características de carcaça comparando a técnica do ultrassom com a avaliação morfológica. Já com frangos de corte, Silva *et al.* (2011) utilizaram a ultrassom em tempo real como método de predição de pesos e rendimento de carcaça. Ambos concluíram que a ultrassonografia em tempo real é uma ótima ferramenta para predizer a composição da carcaça.

A maioria das pesquisas correlacionam a área muscular com o desenvolvimento dos animais para definir o melhor momento para o abate. Desta forma, correlacionam-se a área do músculo *Longissimus dorsi* em suínos, cordeiros e bovinos e *Pectoralis major* em frangos de corte. Entretanto, a relação entre os níveis energéticos da dieta e o estudo do aparelho de ultrassom a fim de predizer uma equação para definir o melhor momento de abate associado a melhor quantidade e qualidade da carcaça ainda não foi proposta com codornas, sendo necessário estudos acerca do assunto.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o desempenho, o desenvolvimento corporal, o rendimento de cortes, a qualidade de carcaça e a análise sensorial da carne de codornas europeias em função dos níveis de energia metabolizável, bem como, determinar a área do músculo *Pectoralis major* e o teor de gordura das carcaças por meio de equações de predição utilizando a técnica da ultrassonografia.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho zootécnico de codornas *Coturnix coturnix* no período de 07 a 49 dias de idade;
- Determinar a área do músculo *Pectoralis major* e o teor de gordura das carcaças por meio de equações de predição utilizando a técnica da ultrassonografia;
- Avaliar o desenvolvimento corporal das aves em função dos níveis de energia metabolizável das dietas;
- Verificar o rendimento de cortes e a qualidade de carcaça das codornas em função dos níveis de energia metabolizável das dietas;
- Analisar sensorialmente a carne de codornas europeias em função dos níveis de energia metabolizável;
- Analisar a composição e a qualidade da carcaça em função dos níveis energéticos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Coturnicultura de corte no Brasil e em Sergipe

Nos últimos anos a coturnicultura de corte vêm se destacando no cenário avícola e em virtude disto, o que antes era visto como uma criação sem fins lucrativos, hoje é encarado como uma atividade tecnificada que proporciona retorno rápido ao produtor. Isso tem se justificado devido a possibilidade de baixo investimento com instalações, visto que torna-se possível instalar um grande número de aves em espaços relativamente pequenos, proporcionados pela intensificação da produção; assim como o rápido retorno financeiro e ao aumento na procura pela carne de codornas.

Segundo dados do IBGE (2016), o efetivo de codornas no Brasil é de 15,10 milhões de animais. Neste montante, o Sudeste detém a maior produção de codornas com 10,11 milhões de animais, correspondendo a 66,9% do efetivo nacional, com destaque ao estado de São Paulo, que é o maior produtor, com cerca de 5,71 milhões de animais.

A região nordeste contabiliza cerca de 1.304.370 aves, enquanto que o estado de Sergipe contabilizou somente o efetivo da capital Sergipana, que corresponde a 435 aves (IBGE, 2016), sem considerar-se as demais regiões do estado, não sendo um dado tão preciso. Entretanto, nota-se que no estado há um aumento na produção de codornas, que se deve ao grande interesse por parte de pequenos produtores da Zona rural e de expansão em iniciar uma criação de codornas em sistemas tecnificados, maior acesso a informação e a maior demanda pela carne nos bares e restaurantes.

Embora o Brasil apresente condições favoráveis para criação de codornas, há alguns pontos a serem melhorados, a exemplo da qualidade do material genético que ainda se apresenta como um entrave, bem como no melhor conhecimento das exigências nutricionais para codornas de corte para que a produção se torne ainda mais eficiente (PRIOLI *et al.*, 2010; TEIXEIRA *et al.*, 2012).

Atualmente, o Brasil é o quarto maior produtor mundial de codornas de corte, perdendo apenas para a França, Espanha e China, respectivamente; se tornando uma produção expressiva para o país. Ainda de acordo com os dados, somos o segundo maior produtor mundial de ovos, havendo um vertiginoso crescimento em diversas regiões do país e um processo mercadológico diferenciado para a venda, tanto de ovos, quanto dos cortes comerciais (SILVA *et al.*, 2011).

De acordo com Pastore *et al.* (2012) o aumento pela procura de carne de qualidade, tem tornado a coturnicultura uma atividade promissora. A carne da codorna apresenta características qualitativas que agradam o paladar do consumidor e ainda é uma excelente fonte de aminoácidos, vitaminas (B1, niacina, B2, ácido pantotênico, B6), minerais (ferro, fósforo, zinco e cobre) e ácidos graxos. Os autores ainda ressaltam que é uma carne escura, macia, saborosa e responsável por iguarias finas e sofisticadas, justificando cada vez mais o franco crescimento do setor.

3.2. Exigências nutricionais de codornas europeias (*Coturnix coturnix*)

A proteína é um dos principais nutrientes a ser avaliada na formulação de dietas e na nutrição das aves, pois está diretamente ligada a formação de músculos, ganho de peso e conversão alimentar. Ao longo dos anos pesquisas vem sendo realizadas com a finalidade de determinar um nível ideal de proteína e seu efeito sobre o desempenho e fisiologia de codornas europeias (PINTO *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2006; CORRÊA *et al.*, 2007; VASCONCELOS *et al.*, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2016).

Este fornecimento de proteína visa atender o fornecimento de aminoácidos essenciais que participam das atividades metabólicas primordiais, pois o animal não consegue sintetizar em quantidade e em tempo suficiente para atender sua exigência e obter seu máximo desempenho (Bertechini, 2004). Dentre os aminoácidos essenciais, encontram-se a metionina,

treonina e lisina, que são os três primeiros aminoácidos essenciais para codornas, envolvidos diretamente na síntese muscular e manutenção das atividades metabólicas.

Em decorrência do maior conhecimento da nutrição e a produção sintética dos aminoácidos essenciais, tornou-se possível aplicar o conceito de proteína ideal nas formulações de ração para aves. Deste modo, objetivou-se o balanço nas formulações das dietas, sem excessos ou deficiências de nutrientes e dos aminoácidos necessários para a manutenção corporal e máxima produção (Sakomura e Rostagno, 2016), reduzindo assim, a contaminação ambiental pela excreção do excesso de nitrogênio da dieta. Assim, o equilíbrio da dieta é essencial, evitando que altos níveis de proteína venham a aumentar o incremento calórico e o uso de aminoácidos como fonte de energia (Bertechini, 2004).

Entre as exigências nutricionais, a de energia dietética é importante, pois é o componente nutricional que regula o consumo e, conseqüentemente, o desempenho das aves. Seu excesso ou deficiência na ração ocasionam perda de produtividade (BARRETO *et al.*, 2007). Para Muniz *et al.* (2016) o fornecimento de energia metabolizável na dieta de codornas é essencial para garantir um desempenho produtivo adequado, especialmente após 14 dias de idade devido ao aumento da demanda de energia resultante do aumento do tamanho corporal.

A energia metabolizável (EM) é uma estimativa da energia dietética que está disponível para ser metabolizada pelo organismo do animal. A determinação da EM nas diferentes idades das aves torna-se importante, visto que a digestibilidade da energia tende a aumentar em aves mais velhas, pois o trato digestivo se desenvolve, melhorando sua capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia dos alimentos (MELLO *et al.*, 2009).

A utilização de energia metabolizável nos processos de síntese no organismo das aves implica em perdas de energia associada por um lado, ao trabalho de síntese de tecidos e por outro nos processos digestivos. Parte da energia metabolizável destinada aos processos de

síntese é retida e se transforma em compostos orgânicos contidos na produção do animal e a outra é perdida devido à obtenção de compostos no processo de digestão e absorção, assim como no transporte de nutrientes e que é eliminada na forma de incremento calórico (Espíndola, 2016).

Deste modo, nas formulações das dietas, objetiva-se atender às exigências nutricionais, obter mínimo custo de produção e máximo retorno em desempenho produtivo das aves e mínima perda no processo, tornando mais eficiente a produção. Porém, as informações de exigência nutricional para codornas de corte ainda são escassas quando se comparados aos estudos com frangos de corte e podem influenciar a composição das carcaças.

Atualmente, devido à falta de informações acerca das necessidades nutricionais para codornas europeias nas diversas fases de produção, utilizam-se informações para codornas japonesas, as quais são propostas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2017), informações contidas no NRC (1994) ou nas Tabelas para codornas Japonesas e europeias, de Silva e Costa (2009), além de observações coletadas em outros trabalhos.

Contudo, as exigências de um animal podem variar de acordo com a sua fase, estado sanitário, ambiente em que está alojado e principalmente pela genética, que atrelado à nutrição é responsável por evolução constante nos programas nutricionais visando atender a exigência do animal.

Esta evolução se justifica devido a maior deposição de tecido muscular, maior rendimento de carcaça e, por consequência, maior aporte de nutrientes para expressar todo o seu potencial genético. Outro fator que influencia o desempenho é a diferença entre espécies, pois de acordo com Jordão Filho *et al.* (2011) codornas europeias exigem mais energia para manutenção e são mais eficientes no uso da energia para ganho do que as japonesas.

Segundo Silva *et al.* (2012), as codornas europeias apresentam crescimento mais rápido que as codornas japonesas em comparação às idades, e ambas apresentam a máxima

taxa de crescimento aos 27 dias, provavelmente o período de maior deposição de proteína e água na carcaça. Contudo, as informações não são similares entre as duas espécies, visto que na mesma idade apresentam pesos e crescimento diferentes em função da aptidão destas aves.

Atrela-se a isto, o fator genético e a aptidão das linhagens, visto que as europeias apresentam maior eficiência na deposição muscular, enquanto que as codornas japonesas apresentam maior eficiência na produção de ovos. Levando em conta essa diferença de crescimento, presume-se que as exigências para alguns nutrientes, de ambas, se diferenciam para as diferentes fases, por isso ressalta-se a importância em estudar não só as exigências nutricionais de codornas de corte, como também a composição das carcaças.

O nível de energia metabolizável para codornas de corte segundo recomendado nas Tabelas para codornas Japonesas e Europeias (Silva e Costa, 2009) é de 2.950 kcal/kg. Valores acima e abaixo da recomendação podem refletir em carcaças com maior ou menor deposição de tecido muscular e em especial, de gordura.

Em trabalhos realizados por Silva *et al.* (2012) e Ribeiro *et al.* (2016), ao avaliarem as necessidades proteicas de codornas japonesas e europeias, na mesma fase (22 a 42 dias), observou-se que a demanda de proteína bruta e energia metabolizável foi de: 22% PB e 3.050 Kcal/kg de EM para codornas japonesas e 21% PB e 3.150 Kcal/kg de EM para codornas europeias.

Assim, é importante ressaltar que o nível de energia deve estar associado ao nível proteico e, geralmente, é selecionado como um ponto de partida para a formulação das dietas, servindo de base para a fixação dos níveis de outros nutrientes. Daí nota-se a importância de fornecer as aves uma dieta que tenha um equilíbrio de proteína e energia (Faria e Santos, 2005), assim como considerar às diferenças entre espécies.

Outro ponto que deve ser considerado é o peso dos órgãos das aves, que comercialmente não é de interesse econômico, porém se não houver um equilíbrio de peso

corporal e peso dos órgãos o desempenho produtivo da ave pode ser afetado. De acordo com Grieser *et al.* (2015) os órgãos de codornas não são aproveitados devido ao seu tamanho reduzido, e não se tem interesse em aumentar seu tamanho, porém o aumento do peso corporal deve ser proporcional ao aumento dos órgãos para não ocorrer distúrbios metabólicos e fisiológicos na ave. Sendo assim, para prevenir esses problemas funcionais pode-se lançar mão da utilização das curvas de crescimento dos órgãos em função da espécie e da aptidão produtiva.

3.3. Influência da energia sobre o desempenho e composição da carcaça

A energia presente nos alimentos é o produto resultante da transformação dos nutrientes pelo metabolismo animal. Os valores de EM dos alimentos são importantes no cálculo de rações para aves, sendo sua utilização essencial para a produção adequada dos animais e possibilitar o retorno econômico para o produtor (SCOTTÁ *et al.*, 2012). Esta energia segue prioritariamente três destinos: gasto para manutenção corporal, gasto com a produção de calor para manter a homeotermia corporal e gasto com a deposição ou perda de nutrientes no corpo (CORREA, 2017).

O equilíbrio nutricional das dietas será importante para que as aves possam executar suas atividades metabólicas e conseqüentemente, produzir carne, ressalta-se ainda a importância do adequado balanceamento da energia na dieta. De acordo com Jordão Filho (2008), para aves em crescimento, a eficiência de utilização da energia da dieta está relacionada com a composição do ganho corporal, onde a deposição de gordura é mais eficiente que a proteína.

Do consumo total de energia, cerca de 38% são gastos nos processos de manutenção e 25% na síntese de tecidos. Destes 25%, o maior gasto vai para a síntese de tecidos muscular, pois, em cada grama de proteína depositada, há o gasto de 8,72 kcal/kg de EM e para a deposição de lipídeos há o gasto de 3,92 kcal/kg de EM. Por estas características, em dietas

com maior teor de lipídeos ocorre maior eficiência de aproveitamento dos nutrientes, melhorando a conversão alimentar das aves (BERTECHINI, 2004; SAKOMURA E ROSTAGNO, 2016).

No sistema de produção, as características quantitativas e qualitativas da carcaça são de fundamental importância, pois estão diretamente relacionadas ao produto final. No entanto, para a melhoria da produção e da produtividade, o conhecimento do potencial do animal em produzir carne é fundamental (ALVES *et al.*, 2003). Vários fatores podem alterar a qualidade da carcaça, dentre os principais, se destacam o sexo, a linhagem, o manejo e a nutrição. Alves *et al.* (2003) ainda relataram que a alimentação, inquestionavelmente, é um dos fatores mais preponderantes no quesito rendimento de carcaça, sobretudo os níveis de energia na dieta.

Vasconcelos *et al.* (2014) avaliando a característica de carcaça de codornas de corte (1 a 50 dias de idade) alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia, observaram que o nível de 2.700 Kcal/kg e 18% de proteína bruta proporcionou melhores resultados quanto as características de carcaça, aumentando o peso do peito e de vísceras comestíveis, como a moela e o fígado. Muniz *et al.* (2016) avaliaram cinco níveis de EM variando de 2.850 a 3.250kcal de EM kg⁻¹ de ração em codornas europeias, de 15 a 35 dias de idade, e verificaram que os níveis de energia não afetaram a composição da carcaça, porém, houve efeito quadrático dos níveis de EM sobre o teor de gordura na carcaça. Além disso, o nível de 3.250 Kcal/kg possibilitou o melhor desempenho de codornas de corte. Ton *et al.* (2011) avaliando quatro níveis de Lisina digestível e quatro níveis de energia metabolizável (LD = 0,92; 1,12; 1,32 e 1,52% × EM = 2.800; 2.900; 3.000 e 3.100 kcal/kg de ração) na dieta de codornas de corte em fase de crescimento puderam observar que o aumento de energia na dieta provocou um maior peso corporal, maior rendimento de gordura abdominal e maior teor de gordura nos cortes.

3.4. Análises quantitativas, qualitativas e sensorial da carne

Ainda são escassas as pesquisas que avaliam os parâmetros sensoriais da carne de codornas. Por este motivo, pouco se conhece sobre o seu real valor nutritivo para a alimentação humana (ENKE *et al.*, 2010), assim como a preferência dos consumidores. De acordo com Mendes & Komiyama (2011), geralmente, os sistemas de avaliação da qualidade da carcaça mais comuns baseiam-se em critérios visuais ou estéticos, como conformação da carcaça, presença de hemorragias e/ ou hematomas, rompimento da pele, ossos quebrados e falta de partes.

Para avaliação da qualidade da carne são considerados critérios objetivos como pH, capacidade de retenção de água, maciez e cor. Para avaliação das características organolépticas, são realizados testes subjetivos, como o uso de painéis de degustadores. Dos testes subjetivos, o mais conhecido é tido como análise sensorial, que são testes que permitem a avaliação de determinado alimento levando em consideração a sensibilidade degustativa por um grupo de avaliadores, que irá representar a preferência do consumidor.

A ABNT (1993) define a análise sensorial como a técnica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e dos materiais da forma que são percebidas pelos sentidos da visão, do olfato, do gosto, do tato e da audição. A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Pode se avaliar a inclusão de determinada matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros (TEIXEIRA, 2009).

Durante o procedimento da análise sensorial, alguns pontos devem ser considerados, como a cor, o odor/aroma, a textura e o sabor. A cor é a primeira avaliação que é feita através do contato visual, onde se considera a aparência da carne e o seu brilho. Grande parte dos

consumidores avalia o que vai adquirir fazendo uma avaliação inicial da aparência do alimento. O odor/aroma se dá pela avaliação do contato olfativo, onde pode-se notar a presença de substâncias voláteis, é o segundo parâmetro na avaliação da qualidade da carne. Quando o consumidor leva o alimento à boca é possível sentir o odor/aroma do mesmo, e se estiver em estado que o agrada, ele prossegue para as próximas avaliações. Teixeira (2009) relatou que a textura se manifesta quando o alimento sofre uma deformação através da mastigação, prensão, corte, dentre outros, dando a noção da resistência, coesividade, fibrosidade, granulidade, aspereza, crocância, entre outras.

Já para o sabor, o mecanismo de transmissão da sensação gustativa se ativa quando estimulado por substâncias químicas solúveis que se difundem pelas papilas gustativas e alcançam as células receptoras que estão conectadas, de forma única ou conjuntamente a outras, a uma fibra nervosa que transmite a sensação ao cérebro. A sensibilidade não se limita apenas à língua, pois outras regiões também respondem aos estímulos, como o palato duro, amídalas, epiglote, mucosa dos lábios, as bochechas e superfície inferior da boca, a qual dará percepções que envolve quatro gostos primários: doce, salgado, ácido e amargo (RODAS & TORRE, 2008).

A técnica de análise sensorial foi utilizada por Enke *et al.* (2010) para avaliarem o efeito de diferentes dietas elaboradas para codornas de postura e o abate em diferentes tempos, onde o sabor e o odor foram influenciados de acordo com a dieta que a ave recebeu. Pinheiro *et al.* (2015) estudaram diferentes níveis de proteína bruta e a suplementação de aminoácidos essenciais sobre o rendimento de carcaça e a qualidade da carne de peito de codornas de corte dos 28 aos 42 dias de idade e observaram efeito dos níveis de proteína bruta sobre a maciez da carne. Farrapo *et al.* (2017) avaliaram o efeito da inclusão de glicerinas vegetal e mista na dieta de codorna de corte (*Coturnix coturnix*) sobre as características sensoriais e não observaram variação entre os tratamentos.

3.5. Ultrassonografia como técnica para avaliar a composição de gordura e proteína

Um dos principais objetivos da indústria é ter um método preciso e objetivo para avaliar as características economicamente importantes dos animais ainda vivos e determinar o valor da carcaça (SAHIN *et al.*, 2008). Assim, é possível predizer e selecionar animais que se destacam geneticamente quanto ao desenvolvimento de músculos considerados importantes para a produção e venda de cortes nobres. Por outro lado, também permite ao produtor definir o momento de abate dos animais através da deposição de tecido adiposo na carcaça.

De acordo com McManus *et al.* (2013) para a avaliação da composição e qualidade de carcaça, pesquisas têm sido realizadas para estudar o desenvolvimento de técnicas não invasivas, tais como a ultrassonografia, para permitir quantificar os tecidos muscular e adiposo em animais vivos.

A ultrassonografia em tempo real é uma técnica que vem sendo utilizada desde a década de 50 pelo Dr. James Stouffer, da Universidade de Cornell nos EUA em bovinos. A partir daí a metodologia foi difundida em todo o mundo e se tornou rotineira para predição de área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) em bovinos, ovinos e caprinos (SAINZ & ARAUJO, 2002)

Segundo Yokoo *et al.* (2011) a técnica do ultrassom para a avaliação de carcaça consiste em alta frequência de ondas sonoras acima da capacidade auditiva humana. Geralmente, para avaliação em animais vivos são usadas frequências entre 1 a 10 mega-hertz (Mhz), sendo mais utilizadas as frequências de 3 a 3,5 Mhz para a avaliação de carcaça, possibilitando a identificação, análise quantitativa do músculo e do tecido adiposo no animal vivo. Já Teixeira (2008) afirmou que as sondas mais utilizadas para medir espessura de tecido adiposo ou profundidade do musculo são as sondas lineares de aplicação externa de 7,5 e 5 MHz de frequência.

A utilização da técnica de ultrassonografia em tempo real em codornas ainda está em fase de análise, Akbarnejad *et al.* (2015) utilizaram a ultrassonografia em codornas japonesas para avaliar a deposição muscular no peito, o que torna-se uma técnica promissora, visto que já foi utilizada em frangos de corte. Uma das limitações desta técnica em codornas, possivelmente seja o tamanho das aves, dificultando a análise e a observação do músculo (*Pectoralis major*) nesta espécie.

Em pequenos e grandes ruminantes e em suínos é utilizado o músculo *Longissimus dorsi* para predição muscular e espessura de gordura subcutânea, pois de acordo com Maldonado (2007) a área de olho de lombo da porção entre 12^a e 13^a costela desse músculo tem uma alta representatividade e correlação da quantidade de músculo com o rendimento de carcaça e, principalmente, com os cortes nobres, onde é expressa em centímetros quadrados (cm²).

Para aves, é utilizado o músculo *Pectoralis major*, por ter uma maior proporção muscular e conseqüentemente, maior rendimento de carcaça. Ele tem sido utilizado para avaliar a área, volume e espessura de peito, enquanto que as camadas de tecido adiposo subcutâneas para avaliar a deposição de gordura. Silva *et al.* (2006) em sua pesquisa com predição de pesos e rendimentos de carcaça de frangos de corte através da ultrassonografia em tempo real, avaliaram o músculo *Pectoralis major* e através deste obtiveram medidas de área, espessura e volume do peito, que foram condizentes as medidas físicas tiradas após as aves serem abatidas. O mesmo pôde ser visto no trabalho de Oviedo-Rondón *et al.* (2007) que também utilizaram a técnica do ultrassom em tempo real para estimar o peso de músculo de peito *in vivo* de frangos de corte.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial de alimentos e bebidas** – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.

AKBARNEJAD, S.; ZEREHDARAN, S.; HASSANI, S.; *et al.* Genetic evaluation of carcass traits in Japanese quail using ultrasonic and morphological measurements. *British Poultry Science*, v.56, n.3, p.293-298, 2015.

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; *et al.* Níveis de Energia em Dietas para Ovinos Santa Inês: Características de Carcaça e Constituintes Corporais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.32, n.6, p.1927-1936, 2003.

BARRETO, S. L. T.; QUIRINO, B. J. S.; BRITO, C. O.; *et al.* Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas europeias na fase inicial de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.36, n.1, p.86-93, 2007.

BERTECHINI, A.G. Nutrição de Monogástricos – Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 2004.450p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/344188726/Livro-em-PDF-Nutricao-de-Monogastrico-Antonio-Gilberto-Bertechini-2004-pdf> . Acesso: 16 de maio de 2017.

CARTAXO, F.Q.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F.; *et al.* Características de carcaça determinadas por ultrassonografia em tempo real e pós-abate de cordeiros terminados em confinamento com diferentes níveis de energia na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.1, p.160-167, 2011.

CORREA, D. M. C. Resposta de codornas em produção a diferentes níveis de energia na meta. 72 p. Jaboticabal. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. *et al.* Exigência de proteína bruta para codornas de corte EV1 em crescimento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.5, p.1278-1286, 2007.

DIBIASI, N.F.; THOLON, P.; BARROZO, D.; *et al.* Estimativas de correlações genéticas entre características de carcaça medidas por ultrassonografia e por escores visuais em touros Brangus. *ARS Veterinária*, Jaboticabal, SP, v.26, n.1, 032-037, 2010.

ENKE, D. B. S.; CALHEIROS, M. N.; SILVESTRIN, M.; *et al.* Características Químicas e Sensoriais da Carne de Codornas Poedeiras (*coturnix coturnix japonica*) Alimentadas com Diferentes Fontes Protéicas. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 04, n. 2, p. 34 - 50, 2010.

ENKE, D.B.S.; TREPTOW, R.O.; SOARES, L.A.S. Caracterização sensorial da carne de codornas poedeiras (*Coturnix coturnix japonica*) alimentadas com diferentes dietas em diferentes tempos. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. v.4, n.2, p.15-33. 2010

ESPÍNDOLA, G. B.; **Nutrição de animais monogástricos de produção**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 204p, 2016.

FARIA, D. E.; SANTOS, A. L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, p. 229-315, 2005.

FARRAPO, S.P.; ALVES, M.G.M.; BRITO, J.C. *et al.* Animal performance, yield and characteristics of the meat of quail fed diets containing vegetable and mixed glycerin. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.52, n.9, p.768-775, 2017.

GRIESER, D.O.; MARCATO, S.M.; FURLAN, A.C.; *et al.* Estudo do crescimento e composição corporal de linhagem de codornas de corte e postura. **Revista Acta Tecnologia**. v.10, n.2. 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. 2016. Produção da Pecuária Municipal. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf>. Acesso: 15 de Agosto de 2018.

JORDÃO FILHO, J. Estimativas das Exigências de Proteína e de Energia para Manutenção, Ganho e Produção de Ovos em Codornas. 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2008.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, C.T.; COSTA, F.G.P.; SOUSA, J.M.B.; GIVISIEZ, P.E.N. Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2415-2422, 2011.

MALDONADO, F. Utilização da ultra-sonografia para predição de características de carcaça bovina. **Pesquisa e Tecnologia**. v. 4, n. 1, 2007.

McMANUS, C.; PAIM, T.P.; LOUVANDINI, H.; *et al.*; Avaliação ultrassonográfica da qualidade de carcaça de ovinos Santa Inês. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.1, p. 8-16. 2013.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.352-357, 2011.

MELLO, H. H. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; *et al.* Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.5, p.863-868, 2009.

MUNIZ, J. C. L.; BARRETO, S. L. T.; MENCALHA, R.; *et al.* Metabolizable energy levels for meat quails from 15 to 35 days of age. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.46, n.10, p.1852-1857, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9.ed. Washington, D. C.: National Academy of Sciences: 1994.

OVIEDO-RONDÓN, E.O.; PARKER, J. E.; CLEMENTE-HERNÁNDEZ, S. Aplicação da tecnologia de ultra-som em tempo real para estimar o ganho de massa muscular em frangos de corte. *British Poultry Science*, v.48, n.2, p.154-161, 2007.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; MUNIZ, J. C. L.; Panorama da coturnicultura no Brasil *Revista Eletrônica Nutritime*. Artigo 180 – v. 9, n. 06, p. 2041 – 2049, 2012.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; *et al.* Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p. 1761-1770, 2002.

PINHEIRO, S.R.F.; DUMONT, M.A.; PIRES, A.V.; *et al.* Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos essenciais. *Ciência Rural*, v.45, n.2, p.292-297, 2015.

PRIOLI, R. A.; GASPARINO, E.; SOARES, M. A. M.; *et al.* Diversidade genética entre três linhagens de codorna selecionadas para produção de ovos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.3, p.725-731, 2010.

REZENDE, J.C.R.; SARTORI, M.M.P.; SARTORI, J.R.; *et al.* Assessment of tissue development in fattening quails using the stable isotope technique. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. DOI: 10.1111/jpn.12624, 2017.

RIBEIRO, T.L.A.; SOUZA, B.B.; BRANDÃO, P.A.; *et al.* Diferentes níveis de proteína e energia sobre o comportamento fisiológico e desempenho de codornas europeias no semiárido brasileiro. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.4, n.3, p.76-83, 2016.

RODAS, M. A. B.; TORRE, J. C. M. D. **Análise de Alimentos**. In: Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição 1ª Edição Digital, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1.020, Cap. VI. p. 282-283. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso: Outubro, 2017.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2017.

SAINZ, R.D; ARAUJO, F.R.C. Uso de tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne. In: 5º Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas. Uberaba, MG. 2002.

SAKOMURA, N.K., ROSTAGNO, H.S., 2016. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. 2ª edição. Funep, Jaboticabal, Brasil. 262p.

SAHIN, E.H.; YARDIMCI, M.; CETINGUL, I.S. *et al.* The use of ultrasound to predict the carcass composition of live Akkaraman lambs. *Meat Science*, v.79, n.4, p.716-721, 2008.

SCOTTÁ, B. A.; PEREIRA, C. M. C.; BERNARDINO, V. M. P. Energia metabolizável e aminoácidos digestíveis dos alimentos para frango de corte. *Revista Eletrônica*. Artigo 170,

v. 09, n.04, p. 1861-1874, 2012. Disponível em: < www.nutritime.com.br>. Acesso: Setembro, 2017.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Tabelas para codornas japonesas e europeias**. 2 ed. Jaboticabal. Editora FUNEP. 107 p. Jaboticabal- SP, 2009.

SILVA, J.H.V. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia – Zootec. 2011. Maceió: Anais... Maceió – AI, 2011.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P. *et al.* Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.775-790 jul./set., 2012.

SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J.; *et al.* Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.822-829, 2006.

TEIXEIRA, A. Avaliação “*in vivo*” da composição corporal e da carcaça de caprinos- uso da ultrassonografia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. spe, p. 191-196, 2008.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n 366, 64: 12-21, 2009.

TEIXEIRA, B. B.; TEIXEIRA, R. B.; SILVA, L. P.; *et al.* Estimative of the variances components for eggs production and quality characteristics in meat-type quail. **Ciência Rural**, v.42, n.4, p.713-717, 2012.

TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.; *et al.* Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.593-601, 2011.

VASCONCELOS, R.C.; PIRES, A.V.; LIMA, H.J.D.; *et al.* Características de carcaça de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.4, p.1017-1026, 2014.

VELOSO, R.C.; PIRES, A.V.; TIMPANI, V.D.; *et al.* Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 169-174, 2012.

YOKOO, M. J., MAGNABOSCO, C. U.; GONZALEZ, R. D. S.; *et al.* Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do ultrassom em bovinos de corte. **Embrapa Pecuária Sul**, 2011. Disponível em: <<http://cppsul.embrapa.br/unidade/publicacoes/list/264>>. Acesso: Outubro, 2018.

CAPÍTULO 1

Produção de codornas europeias e a técnica do ultrassom para analisar o desenvolvimento muscular

Artigo elaborado de acordo com as normas da revista Archives of Animal Nutrition.

<https://www.tandfonline.com/toc/gaan20/current>.

1 **Produção de codornas europeias e a técnica do ultrassom para analisar o** 2 **desenvolvimento muscular**

3 **Resumo:** Objetivou-se avaliar o desempenho, desenvolvimento corporal, rendimento de
4 cortes, qualidade de carcaça e a análise sensorial da carne de codornas europeias em função
5 dos níveis de energia metabolizável durante o período de 7 aos 49 dias de idade. Objetivou-se
6 também determinar a área do músculo *Pectoralis major* e o teor de gordura das carcaças por
7 meio de equações de predição utilizando a técnica da ultrassonografia. Foram utilizadas 270
8 codornas européias, lote misto, no período de 7 a 49 dias de idade. As aves foram alojadas em
9 gaiolas e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado dentro de três tratamentos e
10 cinco repetições de 18 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em três
11 níveis de energia metabolizável: Fase I - 7 a 21 dias de idade, contendo níveis de energia de
12 2.700; 2.900 e 3100 Kcal / kg e Fase II - 21 a 49 dias, contendo dietas de 2900; 3050 e 3200
13 kcal / kg de energia metabolizável. Foram realizadas três ultrassonografias aos 21; 35 e 49
14 dias de idade (n=15) no músculo *Pectoralis major* na região longitudinal e região transversal
15 da ave com transdutor linear emitindo frequência de 7,5 MHz para se determinar equações de
16 predição por meio da regressão linear múltipla. O consumo de ração foi reduzido ($p<0,05$),
17 enquanto que a conversão alimentar melhorada ($p<0,05$) com o aumento dos níveis
18 energéticos em todas as fases avaliadas. O desenvolvimento do fígado foi menor ($p<0,05$),
19 enquanto que a moela aumentou ($p<0,05$) com a elevação do nível energético. Já aos 35 dias o
20 peso do pâncreas, do pró-ventrículo e da moela foram reduzidos ($p<0,05$), enquanto que o
21 teor de gordura aumentou no maior nível de energia. Aos 49 dias de idade o teor de gordura
22 foi maior ($p=0,05$) nos níveis de 2.900 e 3.100 kcal/kg de energia metabolizável na ração. Foi
23 observado efeito ($p<0,05$) para rendimento de asa, porém para os demais cortes: peito,
24 coxa+sobrecoxa e carcaça não houve o mesmo efeito. Em relação à análise sensorial, não
25 houve interferência dos níveis de energia sobre os atributos sensoriais. Não foi possível
26 analisar o teor de gordura pelo método da ultrassonografia. Entretanto, foi possível ajustar a
27 equação para prever a área, comprimento e profundidade do peito, onde a área teve maior
28 representatividade, sendo possível determiná-la pela equação: $Y=0,00242*EM+0,20536*Idade - 6,18931, R^2 = 81,34\%$. Conclui-se que o aumento do nível energético da
29 ração de 2.700 para 3.100 kcal/kg da dieta reduz o consumo de ração e melhora a eficiência
30 alimentar das codornas. Contudo, aumenta o nível de gordura na carcaça das mesmas a partir
31 de 35 dias de vida, sem prejudicar o desenvolvimento das aves, bem como as características
32 físicas e sensoriais da carne. A técnica de ultrassonografia *in vivo* utilizando a área do
33 músculo *Pectoralis major* pela leitura transversal, considerando a idade e o nível energético
34 da dieta possibilitou prever a área do músculo *Pectoralis major* com maior confiabilidade.
35

36
37 **Palavras-chave:** Análise sensorial, coturnicultura; exigência; nutrição; qualidade de carcaça;
38 energia

Production of european quail and ultrasound technique to analyze muscle development

Abstract: The objective was to evaluate the performance, body development, cut yield, carcass quality and sensory analysis of European quail meat as a function of metabolizable energy levels during the period from 7 to 49 days of age. Also objective was to determine the area of the Pectoralis major muscle and the fat content of the carcasses by means of prediction equations using the ultrasound technique. Were used 270 european quail (*Coturnix coturnix*), mixed lot, in the period from 7 to 49 days of age. The birds were housed in cages and distributed in a completely randomized design within three treatments, five replicates and 18 birds per experimental unit. The experimental treatments consisted of three levels of metabolizable energy: Phase I- 7 to 21 days old, contend diets energy levels of 2,700; 2,900 and 3100 Kcal/kg and Phase II – 21 to 49 days old, contend diets 2900; 3050 and 3200 kcal/kg of metabolizable energy. Three ultrasonographies were also performed at 21; 35 and 49 days old (n=15) at *Pectoralis major* muscle in the ventral and transverse of quails with a linear transducer emitting a frequency of 7.5 MHz to determine prediction equations by means of multiple linear regression. The datas were evaluated using the Tukey test at 5% probability. The feed intake was reduced ($P < 0.05$), while the feed conversion improved ($P < 0.05$) with the increase of the energy levels in all phases evaluated. The development of liver was lower ($P < 0.05$), while gizzard increased ($P < 0.05$) with elevation of energy level. At 35 days, the weight of the pancreas, pro-ventricle and gizzard were reduced ($P < 0.05$), while the fat content increased with the highest energy level. At 49 days of age the fat content was higher ($P < 0.05$) at the levels of 2900 and 3100 kcal/kg of metabolizable energy in the diet. Was observed effect ($P < 0.05$) to wing yield, but to the other cuts: chest, thigh + overcoat and carcass, there was not the same effect. For sensory analysis, there was no interference of energy levels on the sensory attributes. It was not possible to analyze the fat content by the ultrasound method. However, it was possible to adjust the equation to predict chest area, length and depth, where the area was more representative, being possible to determine it by the equation: $Y = 0,00242 * EM + 0,20536 * Idade - 6,18931$, $R^2 = 81,34\%$. It is concluded that the increase in the energy level of the feed of 2.700 to 3100 kcal/kg of diets, reduces feed intake and improves the feed conversion of quails, but increases the level of fat in the quails from 35 days of age, without harming the development of the birds as well as the physical and sensorial characteristics of the meat. The in vivo ultrasound technique using to *Pectoralis major* muscle area by transversal reading, considering to age and energetic level of the diet, lets you predict with major reliability to *Pectoralis major* size.

Keywords: Carcass quality; coturniculture; methodology, nutrition requirement; sensory analysis; ultrasonography.

84 1. INTRODUÇÃO

85 As exigências nutricionais para codornas de corte interferem na taxa de crescimento e
86 na deposição de proteína e de gordura na carcaça. Sabe-se que as exigências de proteína e
87 energia variam de acordo com a genética, peso da ave, velocidade de crescimento, balanço e
88 disponibilidade de aminoácidos, condições de alojamento e ingredientes usados nas
89 formulações de rações, a fim de se obter melhores resultados de desempenho e qualidade de
90 carcaça (Velooso et al., 2012).

91 Neste contexto, os teores de energia metabolizável devem estar adequados nas
92 formulações, pois seus níveis podem afetar diretamente a produção da ave. De acordo com
93 Muniz (2013), o fornecimento de energia metabolizável é essencial para a manutenção,
94 crescimento e reprodução dos animais. Assim, os níveis utilizados nas formulações podem
95 afetar diretamente à composição das carcaças, em especial o teor de gordura.

96 A energia das rações é utilizada para a manutenção das aves, no processo de síntese
97 proteica, assim como para manter outras funções vitais, sendo o excedente depositado na
98 forma de gordura visceral e abdominal, por exemplo. Esta gordura se forma a partir de células
99 que armazenam pequenas quantidades de gordura, armazenadas em adipócitos, formando o
100 tecido adiposo subcutâneo. A função desses adipócitos é sintetizar e armazenar gordura
101 durante o período de consumo alimentar e utilizá-lo em períodos de jejum (Macari et al.,
102 2002). Assim, quanto maior o excedente de gordura, maior será a área de tecido adiposo,
103 tornando-a passível de ser mensurada.

104 Embora se conheça os efeitos das dietas sobre a deposição de tecidos corporais, ainda
105 são incipientes os estudos acerca do uso do aparelho de ultrassom em aves objetivando-se
106 mensurar o desenvolvimento do músculo *Pectoralis major* e a deposição de gordura nas
107 carcaças. A ultrassonografia utilizada *in vivo*, já é uma tecnologia bastante utilizada em
108 pesquisas voltadas para animais de grande e médio porte, possibilitando a observação do

109 desenvolvimento corporal e mensurar, principalmente, o desenvolvimento do tecido muscular
110 e adiposo com o animal ainda vivo (Nubiato *et al.*, 2013).

111 A utilização dessa tecnologia em codornas pode trazer muitos benefícios à cadeia
112 produtiva, como por exemplo, na seleção de animais geneticamente superiores em programas
113 de melhoramento genético e na predição do momento adequado para o abate dos animais.
114 Além disso, pode ser vantajosa por permitir acompanhar o desenvolvimento do músculo
115 *Pectoralis major* e da deposição de gordura na carcaça em função do tipo de dieta e, através
116 disto, adequá-las a fim de aumentar a eficiência e melhorar o desempenho das aves, bem
117 como a redução do custo de produção.

118 Assim, objetivou-se avaliar o desempenho, o desenvolvimento corporal, o rendimento
119 de cortes, a qualidade de carcaça e a análise sensorial da carne de codornas europeias em
120 função dos níveis de energia metabolizável durante o período de 7 aos 49 dias de idade.
121 Objetivou-se também determinar a área do músculo *Pectoralis major* e o teor de gordura das
122 carcaças por meio de equações de predição utilizando a técnica da ultrassonografia.

123 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

124 O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo de Aves (LBMA) do
125 Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias Aplicadas (CCAA) da
126 Universidade Federal de Sergipe (UFS), localizado em São Cristóvão, Sergipe, Brasil, 11°01'
127 de latitude S e 37°12' de longitude W, com altitude de 20 m.

128 O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas de Animais de Produção da
129 UFS (CEPAP) sob a licença de número 08/2017.

130

131 ***Instalações e delineamento experimental:***

132 O LBMA apresenta piso de madeira, telhado de zinco e janelas com proteção de tela
133 para renovação do ar. Além disso, possui aparelhos para o resfriamento do ar e sistema de
134 aquecimento para controle da temperatura interna. As codornas foram alojadas em gaiolas
135 metabólicas com dimensões de 0,60 x 0,50 x 0,45m, correspondentes à largura, comprimento
136 e altura, equipadas com comedouro tipo calha e bebedouro *nipple*.

137 Para controle do ambiente térmico em que as codornas foram alojadas, utilizou-se
138 termômetros de máximas e mínimas e psicrômetros. Os termômetros foram alocados no
139 centro do laboratório a altura mediana das gaiolas. Para monitoramento das temperaturas
140 máximas e mínimas, utilizou-se termohigrômetro HTR- 157 RS 232/Datalogger, sendo os
141 dados registrados às 16:00 horas e para a mensuração da umidade relativa do ar o mesmo
142 termohigrômetro, sendo os dados registrados às 08:00, 13:00 e 17:00 horas. As temperaturas
143 médias de mínimas e máximas, registradas no interior da instalação foram de $24,8 \pm 0,60$ e
144 $30,3 \pm 0,71^{\circ}\text{C}$, respectivamente e a umidade relativa do ar foi de $45\% \pm 1,48$.

145 Foram utilizadas 270 codornas europeias (*Coturnix coturnix*), de ambos os sexos
146 durante o período de 7 a 49 dias de idade das aves, totalizando 42 dias de experimento. O
147 delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, composto por três tratamentos, cinco

148 repetições e 18 aves por unidade experimental. Os tratamentos constituíram em três níveis
 149 crescentes de energia metabolizável (EM), sendo eles: 2.700; 2.900 e 3.100 Kcal/Kg de ração.

150 As dietas experimentais foram formuladas com base em informações contidas nas
 151 Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias (Silva & Costa, 2009) e Tabelas Brasileiras
 152 para Aves e Suínos (2017) e encontram-se apresentadas na Tabela 01 e 02. As dietas foram
 153 formuladas em duas fases: Fase I referente ao período de 7 a 21 dias de idade e Fase II,
 154 referente ao período de 21 a 49 dias, ambas foram isoprotéicas e as aves receberam ração e
 155 água à vontade durante todo o período experimental.

156 **Tabela 1.** Composição percentual e calculada das dietas experimentais – Fase I

Ingredientes (kg)	Níveis de Energia Metabolizável (kcal/kg)		
	2700	2900	3100
Milho moído	45,957	41,296	36,637
Farelo de soja	45,780	46,590	47,400
Farelo de trigo	4,000	4,000	4,000
Óleo Vegetal de soja	0,188	4,041	7,894
Fosfato Bicálcico	1,005	1,012	1,018
Calcário calcítico	1,803	1,798	1,793
Cloreto de sódio	0,392	0,393	0,393
Premix vit. e min. ¹	0,200	0,200	0,200
L-Lisina HCl	0,103	0,092	0,080
DL-Metionina	0,378	0,383	0,387
L-Treonina	0,195	0,197	0,198
Total	100,000	100,000	100,000
Composição Bromatológica			
EM (kcal/kg)	2700	2900	3100
Proteína bruta (%)	25,000	25,002	25,003
Lisina digestível. (%)	1,370	1,370	1,370
Met.+Cist. digestível. (%)	1,040	1,040	1,040
Triptofano digestível. (%)	0,295	0,297	0,299
Treonina digestível. (%)	1,040	1,040	1,040
Fósforo disponível (%)	0,320	0,320	0,320
Cálcio (%)	0,850	0,850	0,850
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170

157 Met.+Cist: Metionona+ Cistina; ¹Níveis de garantia por kg do produto: Ácido fólico (mín.) 200mg; ácido
 158 pantotênico (mín.) 5.350 mg; cobre (mín.) 4.000 mg; ferro (mín.) 20 g; iodo (mín.) 1.500 mg; manganês (mín.)
 159 75 g; niacina (mín.) 19,9 g; selênio (mín.) 250 mg; Vit. A (mín.) 8.000.000 UI; Vit. B12 (mín.) 10.000 mcg; Vit.
 160 B2 (mín.) 4.000 mg; Vit. B6 (mín.) 1.000 mg; Vit. D3 (mín.) 2.000.000 UI; Vit. E (mín.) 15.000 UI; Vit. K3
 161 (mín.) 2.000 mg; zinco (mín.) 50 g.

162 **Tabela 2.** Composição percentual e calculada das dietas experimentais - Fase II

Ingredientes (kg)	Níveis de Energia Metabolizável (Kcal/kg)		
	2900	3050	3200
Milho moído	60,720	57,645	54,570
Farelo de soja (45,4%)	35,600	35,840	36,080
Premix vit e min. ¹	0,200	0,200	0,200
Fosfato Bicálcico	0,897	0,904	0,912
Calcário calcítico	1,503	1,503	1,502
Cloreto de sódio	0,345	0,345	0,346
Óleo Vegetal	0,450	3,265	6,081
DL-Met.	0,225	0,231	0,238
L-treonina	0,060	0,066	0,071
Total	100,000	100,000	100,000
Composição Bromatológica			
EM (kcal/kg)	2900,000	3050,000	3200,000
Proteína bruta (%)	20,935	20,802	20,670
Lisina digestível. (%)	1,020	1,020	1,020
Met.+Cist. digestível. (%)	0,800	0,800	0,800
Triptofano digestível. (%)	0,239	0,239	0,238
Treonina digestível. (%)	0,780	0,780	0,780
Valina digestível. (%)	0,882	0,878	0,873
Fósforo disponível (%)	0,270	0,270	0,270
Cálcio (%)	0,700	0,700	0,700
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150

163 Met.+Cist: Metionona+ Cistina; ¹Níveis de garantia por kg do produto: Ácido fólico (min.) 200mg; ácido
 164 pantotênico (min.) 5.350 mg; cobre (mín.) 4.000 mg; ferro (mín) 20 g; iodo (mín.) 1.500 mg; manganês (mín.)
 165 75 g; niacina (mín.) 19,9 g; selênio (mín.) 250 mg; Vit. A (mín.) 8.000.000 UI; Vit. B12 (mín.) 10.000 mcg; Vit.
 166 B2 (mín.) 4.000 mg; Vit. B6 (mín.) 1.000 mg; Vit. D3 (mín) 2.000.000 UI; Vit. E (mín.) 15.000 UI; Vit. K3
 167 (mín.) 2.000 mg; zinco (mín.) 50 g.
 168

169 **Desempenho:**

170 Para análise do desempenho, as aves e a ração fornecida foram pesadas para avaliação
 171 do peso (g/ave), ganho de peso (g/dia/ave), consumo de ração (g/dia/ave) e conversão
 172 alimentar (g/g). O ganho de peso foi calculado em função do peso final dos animais no
 173 período experimental e o peso inicial. Os dados foram expressos pelos seguintes períodos: de
 174 sete a 21 dias; de 7 à 35 dias e de 7 à 49 dias a fim de avaliar o desempenho e o
 175 desenvolvimento corporal das aves. O registro de mortalidade foi realizado diariamente para
 176 efeitos de correção.

177

178

179 ***Técnica da Ultrassonografia:***

180 Aos 21, 35 e 49 dias de idade, foram selecionadas três aves com o peso médio da
181 parcela em cada unidade experimental para análise da ultrassonografia *in vivo* (n=15). Nestes
182 períodos foram registradas imagens do músculo *Pectoralis major*, onde o transdutor linear foi
183 posicionado na porção ventral do peito da ave e realizada uma leitura na posição longitudinal
184 e outra na posição transversal, utilizando o aparelho de ultrassom modelo HS-1500 VET, com
185 transdutor linear acoplado de 50 mm de largura, emitindo frequência de 7,5 MHz. As imagens
186 coletadas na ultrassonografia em cada período avaliado foram analisadas com o auxílio do
187 software ImageJ®, com a finalidade de mensurar a área (cm²), comprimento (cm) e a
188 profundidade (cm) do músculo *Pectoralis major* nas posições longitudinal e transversal, bem
189 como a área de gordura abdominal, intramuscular e da cloaca.

190 ***Rendimento dos órgãos e composição química corporal:***

191 Para análise do desenvolvimento corporal (n=15), as mesmas codornas utilizadas na
192 ultrassonografia foram pesadas e abatidas por deslocamento cervical. O abate foi realizado de
193 acordo com metodologia proposta pela Instrução Normativa número 3 de janeiro de 2000,
194 publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2000).

195 Foi calculado o peso relativo (%) dos órgãos: coração, fígado, pâncreas, pró-
196 ventrículo, moela, intestino e da gordura abdominal. Para estes dados utilizou-se a equação:
197 $\text{Peso relativo (\%)} = (\text{Peso do órgão} \times 100) / \text{peso da ave em jejum}$. Em seguida, as aves junto
198 aos órgãos foram congeladas e armazenadas para a análise de composição corporal.

199 Para análise de composição corporal as codornas foram colocadas inteiras (com pena)
200 na autoclave, em recipientes devidamente identificados, à temperatura de 110°C e ao atingir a
201 pressão de 0,5 kgf/cm² mantinha por mais 30 minutos. Em seguida foram trituradas,
202 colocadas em recipientes identificados conforme o tratamento e levadas à estufa com
203 temperatura de 55°C por 72h, para fazer a pré-secagem. Após serem pré-secas as amostras

204 foram moídas em moinho tipo bola e encaminhadas para a análise de teor de matéria seca,
205 matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo, que foi realizada conforme metodologia
206 descrita em AOAC (1990).

207 ***Parâmetros quantitativos e qualitativos da carcaça:***

208 Ao completarem 49 dias de idade, outras quatro aves por unidade experimental foram
209 pesadas após o jejum de 06 horas, insensibilizadas por deslocamento cervical e abatidas para
210 análise dos parâmetros quantitativos e qualitativos da carcaça. O abate seguiu as mesmas
211 instruções de abate descritas anteriormente.

212 Posterior ao abate, as aves foram depenadas, abertas pelo dorso, evisceradas, seguindo
213 com a higienização da carcaça. Foi considerada carcaça a ave inteira com pele, eviscerada,
214 retirado a cabeça e pés; posteriormente foram retirados os cortes de peito, coxa + sobrecoxa e
215 asa para análise do rendimento destes cortes. A carcaça foi analisada tanto pelo seu peso
216 absoluto, quanto pelo seu rendimento, o qual foi calculado conforme a equação: Rendimento
217 de carcaça = (Peso da carcaça limpa/ Peso ave em jejum) x 100. Já o rendimento dos cortes
218 por meio da equação: Rendimento do corte= (Peso do corte/peso da carcaça) x 100.

219 O pH da carcaça foi mensurado diretamente no músculo *Pectoralis major* utilizando
220 um peagâmetro portátil modelo HI 99163, com eletrodo de penetração, da marca HANNA®,
221 cinco minutos após o abate, em seguida as carcaças foram refrigeradas a 4°C. Após o período
222 de 24 horas as carcaças foram retiradas do refrigerador, colocadas em temperatura ambiente
223 por dez minutos e foi realizada uma segunda leitura.

224 ***Análise sensorial:***

225 Para a análise sensorial, foram abatidas 15 aves por tratamento (n=45) as quais foram
226 depenadas, abertas longitudinalmente pelo dorso e limpas, sendo posteriormente congeladas
227 até realização do teste. O abate seguiu as mesmas normas descritas anteriormente. Após as

228 amostras serem descongeladas à temperatura de 5°C por 24 horas, permaneceram em
229 salmoura a 10% por 10 minutos.

230 Posterior a salmoura, o filé de peito inteiro foi acondicionado em papel alumínio e
231 levado para o grill elétrico, até atingir a temperatura de 72°C, aferidos por meio de um
232 termômetro digital de espeto. Após a cocção, o peito foi cortado em pequenas amostras de
233 1,5cm x 1,5cm, em seguida, embaladas em papel alumínio e codificadas aleatoriamente com
234 números de três dígitos. Logo após foram levadas a estufa com temperatura de 60°C, para
235 manter a temperatura da carne até serem encaminhadas para o teste sensorial.

236 Foram selecionados 83 consumidores aleatórios e no momento da avaliação, cada
237 provador permaneceu em uma cabine, isolado dos demais provadores. Os consumidores
238 receberam uma ficha de escala hedônica de oito pontos, adaptada da proposta pela AMSA
239 (1995), contendo itens de: aparência, odor, sabor, maciez e aceitação global, onde atribuíram
240 pontos (que variaram de desgostei extremamente a gostei extremamente) para cada item de
241 cada amostra recebida de acordo com sua preferência. Em seguida, cada consumidor também
242 recebeu um recipiente contendo uma amostra codificada de cada tratamento. Entre a prova de
243 uma amostra e outra, os consumidores foram induzidos a consumir uma amostra do biscoito à
244 base de água e sal e consumir água para que o sabor remanescente da amostra anterior não
245 influenciasse na próxima amostra.

246 *Análise estatística:*

247 Os dados de desempenho, rendimento dos órgãos, composição corporal e parâmetros
248 quantitativos e qualitativos da carcaça foram submetidos à ANOVA com auxílio do programa
249 Statistical Analysis System (SAS, 2008) e quando significativo foi utilizado o Teste de Tukey
250 para observar diferenças entre tratamentos. Foi considerado 5% de probabilidade para todas as
251 variáveis.

252 Este programa estatístico também foi utilizado para análise dos dados obtidos nas
253 imagens e também para ajustar as equações da ultrassonografia. As medidas foram analisadas
254 por meio da Regressão linear múltipla (Proc. REG.) associando a idade e o nível energético
255 da ração; onde $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \epsilon_{ij}$; considerando Y: a medida avaliada; β_0 : intercepto
256 do plano com o eixo; β_1 e β_2 : coeficientes de regressão; X_{i1} : idade considerada; X_{i2} : nível
257 energético; ϵ_{ij} : erros aleatórios independentes.

258 Na análise sensorial os dados foram submetidos à ANOVA com o auxílio do programa
259 estatístico PAST (Hammer et al, 2001) e avaliados por meio do teste de Tukey ao nível de 5%
260 de probabilidade.

261

262 **3. RESULTADOS**

263 **Desempenho:**

264 Ao longo do experimento, independente da fase avaliada, não foram observadas
 265 diferenças ($p > 0,05$) dos tratamentos sobre o peso das codornas aos 21 e aos 35 dias e nem
 266 sobre o ganho de peso das codornas nestes mesmos períodos (Tabela 03). Entretanto, o
 267 consumo de ração foi menor ($p < 0,01$) e a eficiência alimentar melhorou ($p < 0,01$) no
 268 tratamento com 3.200 kcal de energia metabolizável em comparação aos demais.

269 **Tabela 3.** Desempenho de codornas europeias em função dos níveis de energia metabolizável

Parâmetros	Níveis de Energia Metabolizável [Kcal / Kg]			EP	Valor P
	2.700	2.900	3.100		
7 – 21 dias de idade					
Peso inicial [g]	25,14	25,10	25,08	0,17	-
Peso final [g]	147,67	150,09	149,96	1,43	0,45
Ganho de peso [g]	122,47	125,00	124,77	1,49	0,44
Consumo de ração [g]	181,07b	174,48b	145,83a	3,54	<0,01
Eficiência alimentar [g/g]	0,68b	0,72b	0,87a	0,02	<0,01
Níveis de Energia Metabolizável [Kcal / Kg]					
2.900 3.050 3.200					
7 – 35 dias de idade					
Peso final [g]	229,79	226,67	226,49	1,80	0,38
Ganho de peso [g]	201,47	201,39	204,60	1,85	0,40
Consumo de ração [g]	434,29b	426,95b	390,67a	6,00	<0,01
Eficiência alimentar [g/g]	0,46b	0,42b	0,52a	0,01	<0,01
7 – 49 dias de idade					
Peso final [g]	291,43	286,44	284,09	5,08	0,59
Ganho de peso [g]	258,95	257,89	266,42	5,62	0,54
Consumo de ração [g]	826,12b	779,60ab	749,48a	12,34	<0,01
Eficiência alimentar [g/g]	0,31b	0,33b	0,36a	0,01	<0,01

270 EP: Erro padrão da média; Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de
 271 Tukey a 5% de probabilidade
 272

273 **Técnica de ultrassonografia:**

274 Na Tabela 04 estão apresentadas as equações de predição das medidas de área,
 275 comprimento e profundidade na leitura longitudinal e transversal do músculo *Pectoralis*
 276 *major*, onde foi levado em consideração a idade da ave e o nível energético da ração. Pode-se

277 observar que a área da leitura transversal obteve maior coeficiente de determinação,
 278 demonstrando maior representatividade à medida do músculo.

279 Por meio do aparelho de ultrassonografia utilizado, não foi possível delimitar a área do
 280 tecido adiposo das codornas em nenhuma das porções propostas e por isto, não foram
 281 consideradas na discussão.

282 **Tabela 4.** Equações de predição do músculo *Pectoralis major* em função da idade avaliada e
 283 níveis de energia metabolizável da ração

<i>Variável</i>	<i>Equação</i>	<i>R² (%)</i>
<i>Medidas da leitura transversal</i>		
Área (cm ²)	Y=0,00242*EM+ 0,20536*Idade- 6,18931	81,34
Comprimento (cm)	Y= 0,00059106*EM+ 0,04343*Idade+ 3,90042	53,87
Profundidade (cm)	Y= 0,00018411*EM+ 0,01669*Idade+ 0,06694	71,54
<i>Medidas da leitura longitudinal</i>		
Área (cm ²)	Y= -0,00010344*EM+ 0,08873*Idade+ 1,80818	55,52
Comprimento (cm)	Y= -0,000092333*EM+ 0,02543*Idade+ 4,22310	11,62
Profundidade (cm)	Y= 0,00016411*EM+ 0,01709*Idade+ 0,10420	76,76

284

285 ***Peso relativo dos órgãos:***

286 Aos 21 dias de vida, o peso relativo do fígado foi reduzido ($p<0,01$) em níveis acima
 287 de 2.900 kcal/kg de energia metabolizável e o peso da moela foi aumentado com a elevação
 288 dos níveis de energia metabolizável ($p<0,05$). Contudo os demais parâmetros não foram
 289 influenciados (Tabela 05).

290 Já aos 35 dias foi observado que o peso do pâncreas, pró-ventrículo e da moela foram
 291 menores ($p<0,05$) no maior nível de energia metabolizável, enquanto que o teor de gordura
 292 foi maior ($p<0,01$) nas codornas que consumiram 3.050 e 3.200 kcal/kg de energia
 293 metabolizável na ração. Aos 49 dias, observou-se que o teor de gordura foi maior nas
 294 codornas que consumiram 3.050 e 3.200 kcal/kg de energia metabolizável na ração.

295

296

297

298 **Tabela 5.** Pesos relativos da gordura e órgãos em função dos níveis de energia metabolizável
 299 e fase produtiva

Pesos [%]	Níveis de Energia Metabolizável [Kcal / kg]			EP	Valor P
	2.700	2.900	3.100		
21 dias de idade					
Coração	0,75	0,81	0,75	0,03	0,37
Fígado	4,30a	3,28b	3,43b	0,15	<0,01
Pâncreas	0,44	0,40	0,41	0,02	0,30
Pró-ventrículo	0,69	0,71	0,77	0,03	0,25
Moela	2,96b	3,40ab	3,42a	0,11	0,03
Intestino	5,93	5,84	5,19	0,43	0,44
Gordura	0,00	0,07	0,00	0,04	0,41
Níveis de Energia Metabolizável [Kcal / kg]					
	2.900	3.050	3.200		
35 dias de idade					
Coração	0,86	0,90	0,84	0,03	0,47
Fígado	2,40	2,14	2,12	0,18	0,51
Pâncreas	0,29a	0,26ab	0,20b	0,02	<0,01
Pró-ventrículo	0,42a	0,40ab	0,33b	0,02	0,02
Moela	2,68a	2,51ab	2,23b	0,11	0,05
Intestino	3,23	3,28	3,37	0,20	0,89
Gordura	0,35a	0,43b	1,26b	0,16	<0,01
49 dias de idade					
Coração	0,77	0,80	0,80	0,04	0,74
Fígado	2,86	2,62	2,57	0,19	0,54
Pâncreas	0,21	0,23	0,24	0,01	0,37
Pró-ventrículo	0,40	0,36	0,37	0,04	0,68
Moela	1,92	2,35	2,11	0,12	0,08
Intestino	3,76	3,66	3,60	0,34	0,94
Gordura	1,18a	1,69b	1,29ab	0,19	0,03

300 EP: Erro padrão da média; Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a
 301 5% de probabilidade.
 302

303 ***Composição química corporal:***

304 Não foram observadas diferenças entre tratamentos ($p > 0,05$) para o teor de matéria
 305 seca, proteína bruta e extrato etéreo aos 21 dias de idade (Tabela 06). Contudo, o teor de

306 matéria mineral foi menor nas codornas que consumiram acima de 2.900 kcal/kg de energia
 307 metabolizável na ração.

308 Já aos 35 dias, observou-se que o aumento de 2.900 para 3.200 kcal/kg de energia
 309 metabolizável na ração influenciou negativamente o teor de proteína da carcaça ($p < 0,01$),
 310 enquanto que os demais parâmetros não foram influenciados. Aos 49 dias de idade, as
 311 codornas mantiveram ($p > 0,05$) proporções de proteína, gordura e matéria mineral, similares.

312 **Tabela 6.** Composição corporal das codornas em função de diferentes níveis de energia
 313 metabolizável nas fases avaliadas

Parâmetros [%]	Níveis de Energia Metabolizável [Kcal/kg]			EP	Valor P
	2.700	2.900	3.100		
21 dias de idade					
MS	91,29	92,08	92,08	0,40	0,33
MM	9,62a	8,92b	8,87b	0,18	0,02
PB	70,65	76,15	70,72	2,22	0,18
EE	22,12	20,41	20,66	1,04	0,48
Níveis de Energia Metabolizável [Kcal/kg]					
35 dias de idade					
MS	93,11	93,96	93,68	0,33	0,22
MM	9,14	9,22	8,66	0,29	0,36
PB	69,33a	61,51b	55,34c	1,13	<0,01
EE	26,65	27,46	27,72	1,42	0,86
49 dias de idade					
MS	94,33	94,36	94,33	0,20	0,99
MM	7,17	6,96	6,85	0,22	0,58
PB	51,25	53,75	51,86	1,00	0,22
EE	37,18	37,15	36,22	0,72	0,58

314 EP: Erro padrão da média; Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de
 315 probabilidade. MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo.

316

317 ***Qualidade de Carcaça e Análise Sensorial:***

318 Observou-se que os pesos da carcaça, bem como o pH inicial (ao abate) e final (24h)
 319 não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos níveis de energia da ração. Os rendimentos da
 320 carcaça, do peito, perna e dos cortes no geral também não sofreram influência pelo o aumento
 321 dos níveis de energia, porém o rendimento de asa foi maior nas codornas que consumiram
 322 3.200 kcal/kg de ração de EM (Tabela 07).

323 **Tabela 7.** Peso, rendimento de carcaça e de cortes e a qualidade de carcaça em função dos
 324 níveis de energia metabolizável

Parâmetros	Níveis de Energia Metabolizável [kcal / kg]			EP	Valor P
	2.900	3.050	3.200		
Peso Carcaça [g]	179,52	186,60	179,18	6,11	0,63
Rendimento da Carcaça [%]	65,80	67,53	67,47	1,03	0,42
Peito [%]	40,53	39,72	39,92	0,60	0,62
Coxa + Sobrecoxa [%]	23,03	23,60	23,51	0,37	0,51
Asa [%]	7,74b	7,63b	8,29a	0,18	0,03
pH inicial	5,85	5,81	5,76	0,04	0,28
pH final [24h]	5,85	5,89	5,85	0,03	0,73

325 EP: Erro padrão da média; Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de
 326 probabilidade.

327
 328 A Tabela 08 apresenta o perfil dos consumidores que participaram da análise sensorial
 329 quanto ao sexo, idade e frequência de consumo da carne de codorna.

330 **Tabela 8.** Perfil dos consumidores que representam a análise sensorial

Descrição	%
Sexo	Masculino – 52%
	Feminino – 48%
Idade (anos)	18 a 28 – 65%
	29 a 39 – 20%
	40 a 50 – 10%
	51 a 61 – 4%
	>61 – 2%
Frequência de consumo	Nenhum – 45%
	Anual – 45%
	Mensal – 10%

331 Na Tabela 09 estão apresentados os resultados obtidos na avaliação da análise
 332 sensorial, onde é possível observar que os níveis de EM não interferiram em nenhum dos
 333 atributos avaliados e conseqüentemente não interferiu ($p > 0,05$) na aceitação do consumidor.

334

335

336

337 **Tabela 9.** Análise dos atributos sensoriais do filé de peito de codornas em relação aos níveis
338 de energia metabolizável consumido pelas aves

Atributos	Níveis de Energia Metabolizável [Kcal/Kg]			Valor P
	2.900	3.050	3.200	
Aparência	5,44±0,17	5,78±0,15	5,79±0,15	0,21
Odor	5,85±0,15	6,12±0,12	5,89±0,15	0,36
Sabor	6,02±0,18	5,93±0,17	6,02±0,17	0,90
Maciez	6,52±0,16	6,61±0,14	6,51±0,18	0,87
Aceitação Global	5,95±0,18	6,07±0,17	6,00±0,18	0,89

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353 **4. DISCUSSÃO**

354 ***Desempenho:***

355 O peso e o ganho de peso das codornas não foram influenciados pelos tratamentos ao
356 longo do experimento. Possivelmente, o nível de 2.700 kcal de energia metabolizável na fase
357 inicial seja suficiente para manter o desempenho das codornas, visto que na fase inicial as
358 aves têm maior necessidade de proteína e de aminoácidos devido ao rápido crescimento
359 muscular. Além disso, ressalta-se que a maior taxa de crescimento em codornas, geralmente
360 ocorre até em torno dos 27 dias de vida, momento a partir do qual a demanda energética se
361 eleva.

362 Silva *et al.* (2016) avaliando curva de crescimento de codornas de corte, observaram
363 através do modelo de Gompertz uma inflexão acima dos 23 e 24 dias de idade para machos e
364 fêmeas, o que reitera o fato do crescimento máximo aos 27 dias.

365 Por outro lado, o aumento no nível energético das rações promoveu redução no
366 consumo alimentar das codornas e, como consequência, melhorou a eficiência alimentar das
367 codornas, visto que o peso não foi alterado. De acordo com Macari *et al.* (2002) a energia
368 atua como regulador no consumo alimentar, alterando a velocidade de passagem da dieta e a
369 motilidade intestinal no trato digestório dos animais. Isso pode ser comprovado,
370 possivelmente, também pela maior produção de colecistoquinina em aves que consomem
371 maiores níveis de energia, pois este hormônio é estimulado pela presença e quantidade de
372 lipídeos no organismo, influenciando a taxa de passagem e o aproveitamento dos alimentos no
373 intestino. Como causa, o alimento permanece maior tempo no trato digestório das aves e, por
374 isto, a digestibilidade da dieta pode ser afetada.

375 Esses resultados corroboram aos encontrados por Corrêa *et al.* (2007), Scherer *et al.*
376 (2011) e Muniz *et al.* (2016), avaliando diferentes níveis de energia metabolizável para
377 codornas em fase de crescimento, os quais também observaram efeito significativo na redução

378 do consumo de ração com o aumento de energia metabolizável na dieta. O que confirma a
379 teoria de que as aves regulam a ingestão de alimento de acordo com o teor de EM na dieta. De
380 acordo com Leeson et al. (1996), o aumento da energia da ração promove redução no
381 consumo e, como o ganho de peso não é alterado, as aves alimentadas com as rações mais
382 energéticas apresentam melhor eficiência alimentar. Vale salientar ainda que mesmo com a
383 redução no consumo de ração em todas as fases, o ganho de peso se manteve constante.

384 ***Técnica de Ultrassonografia:***

385 Através da técnica da ultrassonografia, foi possível ajustar equações considerando a
386 idade das aves associada ao nível energético das rações, predizendo a área muscular, o
387 comprimento do músculo e sua profundidade, tanto na medida transversal, quanto na medida
388 longitudinal. A área do músculo *Pectoralis major* na leitura transversal se mostrou mais
389 eficaz para se predizer a área muscular das codornas, visto que apresentaram maior grau de
390 confiabilidade. Este é o principal fator que a diferencia das demais medidas, já que as demais
391 equações se mostraram com menor grau de apuração.

392 Em virtude do que foi relatado, a equação da medida de área do músculo *Pectoralis*
393 *major* na leitura transversal, obteve alto coeficiente de determinação, possivelmente por
394 expressar melhor o músculo avaliado e apresentar maior representatividade às medidas. A
395 área do músculo é uma medida mais abrangente, na qual indiretamente se mensura a
396 profundidade e a espessura do músculo, fatores que refletem na confiabilidade da equação.

397 Akbarnejad et al. (2015) trabalharam com avaliação genética de características de
398 carcaça em codornas japonesas utilizando medidas de ultrassom e morfológicas e observaram
399 que a estimativa da imagem da ultrassonografia do peito teve alta correlação genética com a
400 estimativa das medidas morfológicas realizadas após o abate. Os autores ainda afirmaram que
401 as medidas de ultrassom do músculo do peito podem ser efetivamente utilizadas para predizer
402 o peso e o rendimento do peito em codornas japonesas.

403 De acordo com Silva et al. (2006) o uso da leitura em aparelhos de ultrassonografia
404 para determinar o volume dos músculos do peito pode reduzir significativamente os custos
405 dos estudos *in vivo*, sem diminuir a robustez na previsão de rendimentos de carcaça e de peito,
406 quando comparado com outras técnicas.

407 As medidas do comprimento e da profundidade do músculo *Pectoralis major* por si só,
408 não são tão eficazes para prever os parâmetros relacionados à carcaça das codornas quanto à
409 área do músculo. Possivelmente pelos parâmetros individuais das aves, tais como o
410 comprimento e a altura do músculo ainda apresentarem grande variação individual, visto que
411 o melhoramento em codornas ainda é relativamente recente e, por isto, há maior variação
412 individual nesta espécie. Também relaciona-se a isto que são medidas lineares, que por sua
413 vez é menos subjetiva que o cálculo de área, a qual é mais condizente a medida física (real).

414 Possivelmente, o baixo teor de gordura nas carcaças das codornas, assim como
415 dificuldades na leitura da imagem para o tecido adiposo em virtude das características do
416 aparelho utilizado, impossibilitou a mensuração de gordura subcutânea, intramuscular e na
417 região do uropígio do 21º dia até o 49º dia de vida. Portanto, tanto a forma de deposição de
418 tecido adiposo nas codornas, quanto a frequência do transdutor (7 MHz) utilizada interferiram
419 na avaliação e não foi possível a sua visualização nas regiões pré-determinadas nas carcaças
420 das codornas em nenhuma das idades avaliadas. Teoricamente, a utilização de uma frequência
421 maior a que foi utilizada possibilitaria a mensuração dessa variável.

422 ***Composição química corporal e desenvolvimento dos Órgãos:***

423 Observou-se que a elevação da energia das dietas promoveu redução na deposição da
424 matéria mineral até os 21 dias de vida e do teor de proteína corporal depositada até os 35 dias
425 de vida. É possível que o menor consumo de nutrientes tenha influenciado na deposição de
426 cálcio nas codornas, visto que na fase inicial a demanda por este mineral é alta, influenciando
427 a deposição óssea e conseqüentemente, a matéria mineral. Segundo Maiorka e Macari (2002),

428 a presença de altos níveis de gordura nas dietas reduz a retenção de cálcio, o teor de cinzas
429 ósseas e o cálcio nos ossos, interferindo no metabolismo mineral. De acordo com os autores,
430 ocorre formação de sabões insolúveis durante a digestão dos nutrientes, influenciando o
431 metabolismo dos ácidos graxos e afetando adversamente a taxa de absorção do cálcio.

432 O maior consumo de alimentos nas dietas com menores níveis de energia na fase
433 inicial até os 21 dias refletiu no aumento do fígado e da moela. Como a dieta era menos
434 densa, houve maior tempo de retenção do alimento, maior ingestão de nutrientes e, maior
435 metabolização destes pelo órgão, ocasionando no aumento do tamanho dos órgãos. Estes
436 resultados corroboram aos encontrados por Rezende et al. (2004), onde os autores também se
437 observaram aumento do peso do fígado em dietas com menor densidade energética. Assim
438 como aos encontrados por Gonzalo et al. (1982), os quais observaram que o aumento no teor
439 de energia da dieta aumentou o tempo de permanência do alimento no intestino, refletindo em
440 órgãos mais pesados.

441 Contudo, aos 35 dias observou-se redução do tamanho da moela, pâncreas e
442 proventrículo à medida que os níveis de energia da dieta se elevaram; ao mesmo tempo, os
443 níveis de gordura na carcaça se elevaram. Possivelmente, a redução no consumo de alimentos
444 promoveu redução destes órgãos devido ao menor volume de alimentos a ser digerido e
445 metabolizado nas aves que consumiram maior densidade energética. Fato este também
446 reforçado pela maior deposição de proteína (69,33 vs. 55,34%) aos 35 dias e de matéria
447 mineral (9,62 vs. 8,87%) aos 21 dias no corpo das codornas que consumiram 2.700 kcal/kg de
448 energia.

449 Estes resultados são reforçados pelas informações contidas em Corless e Sell (1999)
450 que observaram que o peso do pâncreas pode apresentar mudanças na capacidade digestiva da
451 ave, decorrente da alta correlação com a atividade das enzimas digestivas pancreáticas. Deste
452 modo, em aves que consumiram dietas com menor densidade energética, 2.700 kcal/kg na

453 fase I e 2.900 kcal/kg de energia metabolizável na fase II, aumentaram o consumo de ração;
454 contudo tiveram maior velocidade de passagem do quimo no trato digestório, sendo
455 compensado pela maior produção de enzimas digestivas que atuam sobre o quimo, permitindo
456 maior deposição de nutrientes na forma de proteína e manter o ganho de peso nestas aves.

457 Os maiores níveis energéticos proporcionaram também aumento da deposição de
458 tecido adiposo devido a oferta excessiva de energia para as codornas, justificando a maior
459 deposição de gordura a partir dos 35 dias de vida. Segundo Macari *et al.* (2016) a taxa de
460 gordura abdominal é diretamente influenciada pela idade das aves e altamente correlacionada
461 com a gordura da dieta, com isso, o excesso de gordura da dieta pode refletir no total de
462 gordura abdominal e corporal da ave.

463 Ton *et al.* (2011) em seu trabalho realizado com codornas europeias de 4 a 35 dias de
464 idade, observaram que a gordura abdominal aumentou linearmente com o aumento dos níveis
465 de EM na ração. Segundo Kessler *et al.* (2000) a quantidade de gordura depositada é
466 diretamente proporcional à quantidade de energia disponível para síntese, portanto, a energia
467 em excesso será depositada na forma de lipídios na maioria dos animais, dados estes
468 corroborados com nossa pesquisa.

469 Aos 49 dias de vida, o desenvolvimento dos órgãos se estabilizou, repercutindo no
470 amadurecimento fisiológico da ave. Por outro lado, à deposição de gordura se elevou na dieta
471 com mais energia, fato já esperado nesta fase. Entretanto, Corrêa *et al.* (2005) avaliaram
472 diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas de corte de
473 sete a 42 dias de idade e não observaram resultado significativo sobre o peso da gordura
474 abdominal e demais variáveis analisadas, possivelmente devido a variações genéticas entre as
475 codornas por eles utilizadas. Deste modo, observa-se a evidência do efeito da densidade
476 energética sobre o consumo alimentar e a deposição de tecidos em codornas.

477

478 ***Rendimento, qualidade da carcaça e análise sensorial:***

479 Em relação ao rendimento e qualidade da carcaça, observou-se que o peso da carcaça e
480 os pH inicial e final não foram influenciados pelos níveis de energia da dieta. Como as aves
481 foram abatidas dentro dos padrões exigidos, não houve consumo excessivo de glicogênio
482 muscular pelas aves a ponto de afetar este parâmetro. De acordo com Genchev et al. (2008) os
483 valores de pH são dependentes do glicogênio armazenado no músculo o qual é altamente
484 influenciado pela atividade locomotora e aos fatores pré-abate. Sendo assim, os valores
485 encontrados se mantiveram dentro do padrão normal na carcaça de aves, o que é de 5,7 a 5,9,
486 resultando em carne normal de acordo com Souza (2004). Corrêa et al. (2005) e Vasconcelos
487 et al. (2014) avaliando diferentes níveis de energia e proteína na dieta de codornas de corte,
488 também observaram que os níveis energéticos não interferiram nas características qualitativas
489 da carcaça.

490 Como o peso das aves foram semelhantes, era de se esperar rendimentos semelhantes
491 entre tratamentos. O maior rendimento de asa, pode ser um indicativo de uma maior
492 deposição de gordura ou maior desenvolvimento do membro em codornas, fato a ser melhor
493 investigado em trabalhos futuros. Esses resultados de rendimento, exceto o de asa,
494 corroboram com os encontrados por Ton et al. (2011) e Vasconcelos et al. (2014), os quais
495 também não observaram efeito da EM sobre o rendimento da carcaça e dos cortes.

496 Já em relação à análise sensorial, os níveis de EM não influenciaram nos atributos da
497 carne, possivelmente pela baixa incidência de gordura intramuscular que é característico do
498 músculo *Pectoralis major*. Em aves, ocorre maior acúmulo de gordura na região abdominal,
499 visceral e na região do uropígio, em consequência, menor teor de gordura de marmoreio há no
500 músculo avaliado. O músculo *Pectoralis major* é formado predominantemente por fibras
501 brancas, glicolíticas e que apresentam maior crescimento em seu diâmetro, refletindo em

502 menor teor de gordura de marmoreio (Madeira et al., 2006), fato que justifica ainda mais as
503 semelhanças entre os tratamentos.

504 De acordo com Gerrard et al. (1996) o acúmulo de gordura de marmoreio agrega valor
505 à carne, podendo ser considerado um indicativo de melhor qualidade e um fator determinante
506 na escolha da carne pelo consumidor.

507 Como as codornas foram abatidas dentro do tempo preconizado de abate, entre 42 e 49
508 dias de vida, não houve tempo para que a gordura intramuscular fosse depositada. Foi relatado
509 por Silva (2012) que a deposição de gordura no organismo apresenta variação temporal, sendo
510 depositado primeiramente a gordura interna (cavidade abdominal, pélvica e torácica);
511 posteriormente a gordura intermuscular; gordura subcutânea e por fim; gordura intramuscular
512 (marmoreio). Atrela-se a isso o tipo de fibra predominante nas aves, que são as fibras
513 glicolíticas (músculo branco), que possuem menor conteúdo lipídico, quando se comparado às
514 fibras oxidativas (músculo vermelho), característica em bovinos, as quais tem correlação
515 positiva entre o número de fibras vermelhas e a taxa de marmoreio do músculo, indicando
516 maior marmoreio em músculos oxidativos (Freitas et al. 2012).

517 Os resultados encontrados corroboram com os resultados obtidos por Delbem (2014)
518 que avaliou a qualidade da carne de frangos suplementados com óleo de soja e antioxidantes,
519 e também não observou interferência da suplementação sobre os atributos sensoriais da carne.
520 Farrapo *et al.* (2017) avaliaram o desempenho, rendimento e características da carne de
521 codornas de corte que receberam rações com glicerina vegetal e mista e observaram que os
522 níveis de glicerinas testadas não interferiram nos atributos sensoriais da carne.

523 **5. CONCLUSÃO**

524 O aumento do nível energético da ração de 2.700 para 3.100 kcal/kg na fase I e 2.900
525 para 3.200 kcal/kg na fase II, da dieta reduz o consumo de ração e melhora a eficiência
526 alimentar das codornas. Contudo aumenta o nível de gordura na carcaça das mesmas a partir
527 de 35 dias de vida, sem prejudicar o desenvolvimento das aves, bem como as características
528 físicas e sensoriais da carne.

529 A técnica de ultrassonografia *in vivo* utilizando a área do músculo *Pectoralis major*
530 pela leitura transversal, considerando a idade e o nível energético da dieta, possibilitou
531 prever a área do músculo *Pectoralis major* com maior confiabilidade.

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548 **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 549 Akbarnejad S, Zerehdaran S, Hassani S, Samadi F, Lotfi E. 2015. Genetic evaluation of
550 carcass traits in Japanese quail using ultrasonic and morphological measurements, *British*
551 *Poultry Science*, 56:3, 293-298.
- 552 AMSA – American Meat Science Association. 1995. Research guidelines for cookery,
553 sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat. Chicago, p.47-48
- 554 AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis,
555 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- 556 Corless AB, Sell JL.1999.The effects of delayed access to feed and water on the physical and
557 functional development of the digestive system of young turkeys. *Poultry Science*. 78:
558 1158-1169.
- 559 Corrêa GSS, Silva MA, Corrêa AB, Fontes DO, Torres RA, Dionello NJL, Santos GG,
560 FreitasLS. 2007. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de
561 corte EV1. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(3), 797-804.
- 562 Corrêa GSS, Silva MA, Fontes DO, Corrêa AB, Euler ACC, Fridrich AB, Ferreira IC,
563 Ventura RV, Rufino JE, Valente BD. 2005. Efeito de diferentes níveis de proteína e
564 energia sobre o rendimento de carcaça de codornas européias. *Arquivo Brasileiro de*
565 *Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57(2): 266-271.
- 566 Delbem NLC. 2014. Desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de frangos
567 suplementados com óleo de soja e antioxidantes. Dissertação (Mestrado). Universidade
568 Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Botucatu – SP. 52f.
- 569 Farrapo SP, Alves MGM, Brito JC, Batista ASM, Freitas ER, Nascimento GAJ. 2017.
570 Desempenho, rendimento e características da carne de codornas que receberam rações
571 contendo glicerina vegetal e mista. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 52 (9): 768-775.

572 Freitas EC, Nobrega MP, Troncom FR, Franco, GS. 2012. Metabolismo lipídico durante o
573 exercício físico: mobilização do ácido graxo. *Pensar a Prática*. 15 (3): 551-820.

574 Gerrard DE, Gao X, Tan J. 1996. Beef Marbling and color Score Determination by Image
575 Processing. *Journal of Food Science*. 61(1):145-148.

576 Genchev A, Mihaylova G, Ribarski S, Pavlov A, Kabakchiev M. 2008. Meat quality and
577 composition in japanese quails. *Trakia Journal of Sciences*. 6 (4): 72-82.

578 Gonzalo GM, Jerry SL, Eastwood JA. 1982. Rate of Food Passage (Transit Time) as
579 Influenced by Level of Supplemental Fat. *Poultry Science*, 61(1): 94–100.

580 Hammer Ø, Harpe DAT, Ryan PD. 2001. PAST - Palaeontological statistics.
581 <http://folk.uio.no/ohammer/past/> (último acesso em 02/02/2019).

582 Kessler AM, Snizek Jr PN, Brugalli I. 2000. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça
583 de frangos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO DE
584 CARÇAÇA DE FRANGOS: OSSO, MÚSCULO, GORDURA E PENA,
585 CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, Campinas.
586 Anais... Campinas: 2000, p.107-133.

587 Leeson S, Caston L, Summers JD. 1996. Broiler response to energy or energy and protein
588 dilution in the finisher diet. *Poultry Science*. 75: 522-528.

589 Lilja C, Sperber I, L Marks H. 1985. Postnatal growth and organ development in Japanese
590 quail selected for high growth rate. *Growth*. 49: 51-62.

591 MAPA. 2000. Secretaria de defesa agropecuária: Instrução Normativa nº 3.

592 Macari M, Furlan RL, Gonzales E. 2002. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.
593 Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 375 p.

594 Madeira LA, Sartori JR, Saldanha ESPB, Pizzolante CC, Silva MDP, Mendes AA, Takahashi
595 SE, Solarte WVN. 2006. Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de

596 corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento.
597 Revista Brasileira de Zootecnia.35 (6): 2322-2332.

598 Maiorka A.; Macari M. Absorção de minerais. 2002. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E.
599 (Eds.) Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP. 375p

600 Muniz, JCL. 2013.Energia metabolizável para codornas de corte. 64 f. Viçosa. Dissertação
601 (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

602 Muniz JCL, Barreto S LT, Mencialha R, Viana GS, Reis RS, Ribeiro CLN, Hannas MI,
603 Albino LFT. 2016. Níveis de energia metabolizável para codornas de corte de 15 a 35 dias
604 de idade. Ciência Rural. 46 (10): 1852-1857.

605 Nubiato CEZ, Fernande ARM, Alves LGC, Osório JCS, Osório MTM, Cunha CM, Cornélio
606 TC, Neto APC. 2013. A técnica do ultrassom para avaliação da carcaça em tempo real.
607 PUBVET, Publicações de Medicina Veterinária e Zootecnia. 7 (8): 1526.

608 Rezende MJM, Flauzina LP, McManus C, Oliveira LQM. 2004. Desempenho produtivo e
609 biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia
610 metabolizável e proteína bruta. Acta Scientiarum. Animal Sciences. 26 (3): 353-358.

611 Rezende JC, Sartori MM, Sartori, Jr., Ducatti C, Denadai JC, Pezzato AC. 2017.Assessment
612 of tissue development in fattening quails using the stable isotope technique. Journal of
613 Animal Physiologyand Animal Nutrition. 101: 427-435.

614 Rostagno HS, Albino LFT,Donzele JL,Hannas MI, Sakomura, NK, Perazzo FG, Saraiva A,
615 Abreu MLT, Rodrigues PB, Oliveira RF, et al. 2017.Tabelas brasileiras para aves e
616 suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV. Departamento
617 de Zootecnia, 488p.

618 SAS Institute. SAS statistical software: Release 9.2, Cary, NC: SAS Institute, 2008.

619 Scherer C, Furlan AC, Martins EN, Scapinello C, Ton APS. 2011. Exigência de energia
620 metabolizável de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade. Revista Brasileira
621 de Zootecnia. 40(11): 2496-2501.

622 Silva JHV, Costa FGP. 2009. Tabela para codornas japonesas e européias. 2.ed. Jaboticabal,
623 SP: Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão - FUNCEP, 107p.

624 Silva SR, Pinheiro VM, Guedes CM e Mourão JL .2006. Prediction of carcass and breast
625 weights and yields in broiler chickens using breast volume determined in vivo by real-time
626 ultrasonic measurement. British Poultry Science. 47 (6): 694-699.

627 Silva CR. 2012. Desempenho e deposição de nutrientes em frangos de corte alimentados com
628 diferentes níveis dietéticos de lisina. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa.
629 Viçosa – MG. 228f.

630 Silva MR, Araujo CV, Pires AV, De Paula EJH, Ferreira EB, Da Silva FG. 2016. Curva de
631 crescimento de codornas de corte por meio de modelos de regressão não-lineares.
632 Archives of Veterinary Science. 1 (4): 26-00.

633 Souza, X.R. 2004. Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de
634 frangos de corte, criados em sistemas de produção caipira e convencional. 2004. 334. Tese
635 (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

636 Ton APS, Furlan AC, Martins E, Toledo JB, Scherer C, Conti ACM. 2011. Exigências de
637 lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento.
638 Revista Brasileira de Zootecnia. 40(3): 593-601.

639 Vasconcelos RC, Pires AV, Lima HJD, Ballotin LMV, Veloso RC, Drumond ESC, Gonçalves
640 FM. 2014. Características de carcaça de codornas de corte alimentadas com diferentes
641 níveis de proteína e energia. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador.15
642 (4): 1017-1026.

- 643 Veloso RC, Pires AV, Timpani VD, Drumond ESC, Gonçalves, FM, Faria Filho DE. 2012.
- 644 Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte.
- 645 Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá. 34 (2): 169-174.
- 646