

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

WILSON ARAÚJO DA SILVA

**PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS PARA CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix*
coturnix)**

RIO LARGO – AL
2019

WILSON ARAÚJO DA SILVA

PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS PARA CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Sandra Roselí Valerio Lana

Coorientador: Prof^o Dr^o Geraldo Roberto Quintão
Lana

RIO LARGO – AL
2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

S586p Silva, Wilson Araújo da

Proteína bruta em dietas para codornas europeias (*Coturnix coturnix*). Rio Largo-AL – 2019.
61 f.; il; 33 cm

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2019.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Sandra Roselí Valerio Lana

Coorientador: Prof. Dr. Geraldo Roberto Quintão Lana.

1. Rendimento. 2. Coeficiente de metabolizabilidade. 3. Carcaça.
4. Desempenho produtivo. 5. Metabolismo I. Título.

CDU: 636.59

TERMO DE APROVAÇÃO

WILSON ARAÚJO DA SILVA

PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS PARA CODORNAS EUROPEIAS (*COTURNIX COTURNIX*).

Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Aprovado em 16/04/2019



Prof.^ª. Dr.^ª. Sandra Roseli Valerio Lana

Orientadora (CECA/UFAL)



Prof. Dr. Paulo Antônio da Silva Júnior

Membro Externo (UNINASSAU)



Prof.^ª. Dr.^ª. Tânia Marta Carvalho dos Santos

Membro Interno (CECA/UFAL)

Aos meus avós (*in memoriam*), **João Inácio da Silva** e **Luíza Nunes da Silva** pelos ensinamentos sofisticados cheios de simplicidade.

À minha mãe **Isabel Rosa Araújo da Silva**, por todo amor.

Ao meu pai **Lenival Inácio da Silva**, por todos os conselhos e apoio.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lenival Inácio da Silva e Isabel Rosa Araújo da Silva, por todo amor, carinho, confiança e apoio durante essa jornada, vocês são meu alicerce. Também ao meu irmão Willian pelas boas energias e à minha família pela positividade.

À minha namorada, kigatinha de beleza rara e tropical, Aytana Vasconcelos dos Santos, por todo amor, apoio, alegria diária, abrigo e companheirismo.

À Universidade Federal de Alagoas e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo recurso financeiro recebido durante a realização do curso do mestrado.

À minha orientadora, Prof^a Sandra Roselí Valerio Lana, por todo o aprendizado, confiança, atenção, bom humor, amizade e brilhante orientação durante essa jornada. Também ao meu coorientador, Prof^o Geraldo Roberto Quintão Lana, por todo o conhecimento repassado, disposição e incentivo a continuar seguindo em frente.

A todos os professores da minha vida, desde as tias do jardim de infância até os professores da pós-graduação, responsáveis pela minha formação, aprendizado e educação.

Aos amigos e amigas do Setor de Coturnicultura: Romilton, Ana Patrícia, Daniel, Daniela, Arthur, Iva Carla, Alessandra, Isabella, André, Jucielly, Marcos e Ana Cláudia. Todos vocês foram fundamentais para a condução desta pesquisa!

Ao grupo do Facebook “Bolsistas CAPES”, por todo o compartilhamento da vida de pós-graduando. De fato, um refúgio mental primordial que me ajudou muito a seguir em frente.

A todos os meus amigos de longa data e também às novas amizades. Vocês são de grande valia!

À Jucielly Maria dos Santos Vasconcelos (Jucileiga), companheira de trilhas, que se tornou uma grande amiga e aliada, pessoa que sei que posso contar sempre, porque essa é a sua conduta ninja. Também agradeço ao grande amigo André Francisco Dias dos Santos, pelo companheirismo e disposição em ajudar sempre.

Aos irmãos de residência Jurandyr, Geuan e Antonio, pelo acolhimento e irmandade durante boa parte desses dois anos passados. Também agradeço as irmãs Namíbia e Nahra, por todo o suporte que me deram quando eu mais precisei.

Ao “Aê negada!”, Animal, Broinha, Capivara, Vampy, Dhoone, Iara, Jackson, Itashy, Jean, Jhef, Luana, May, Nestor, Pel, Raony, Ray e Zé Luiz, pela manutenção desse forte laço de amizade que nunca se quebrará! Vocês são shanaya!

“Viver sem conhecer o passado é andar no escuro!”

(Uma história de amor e fúria)

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito dos diferentes níveis de proteína bruta (PB) sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça, cortes nobres e vísceras comestíveis e a composição química das carcaças de codornas europeias (*Coturnix coturnix*), bem como a análise econômica e a metabolizabilidade de nutrientes das dietas experimentais. Um total de 250 codornas mistas foram usadas num experimento com duração de 35 dias. Foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos para os níveis de PB (21,0; 22,0; 23,0; 24,0 e 25,0%), com cinco repetições de 10 aves cada. Aos 14 e 35 dias de idade todas as aves e rações foram pesadas para cálculo do consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, ingestão de energia e ingestão de proteína. Para avaliação das características de carcaça aos 35 dias as variáveis utilizadas foram: peso vivo, peso absoluto e rendimento de carcaça e cortes nobres (peito e pernas) e vísceras comestíveis (coração, fígado e moela). As variáveis de composição química da carcaça observadas foram: matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral; as quais foram determinadas a partir das carcaças provenientes do abate. O ensaio de metabolismo ocorreu do 19º ao 27º dia de idade das aves, em que avaliou-se os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia bruta; ingestão de nitrogênio (IN), excreção de N (EN), retenção de N (RN) e coeficiente de metabolizabilidade do N (CMN). No período de um a 14 dias de idade verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o ganho de peso. Entretanto, no período e 15 a 35 dias o ganho de peso apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) e a conversão alimentar piorou ($P < 0,05$) com o aumento do teor de proteína bruta. Na avaliação das características de carcaça obteve-se resposta quadrática ($P < 0,05$) no peso absoluto e rendimento de pernas, bem como efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para peso absoluto e rendimento do fígado. A dieta com 21,0% de PB foi bioeconomicamente superior em relação àquelas com maiores níveis de PB. A redução do teor de PB melhorou linearmente ($P < 0,05$) a metabolizabilidade da MS e PB. O coeficiente de metabolizabilidade do EE aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o incremento dos níveis de PB. A IN e a EN aumentaram linearmente com o aumento do teor de PB. O CMN melhorou linearmente ($P < 0,05$) com a redução dos níveis de PB. Recomenda-se rações com 21,0% de proteína bruta para codornas europeias de um a 35 dias de idade.

Palavras-chave: carcaça, coeficientes de metabolizabilidade, desempenho produtivo, metabolismo, rendimento

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate different crude protein (CP) levels on productive performance, carcass yield, noble cuts and edible viscera and the chemical composition of European quail carcasses (*Coturnix coturnix*), as well as economic analysis and nutrient metabolizability of experimental diets. A total of 250 mixed quails were used in a 35-day experiment. A completely randomized design with five treatments of CP levels (21.0, 22.0, 23.0, 24.0 and 25.0%) were used, with five replicates of 10 birds each. At 14 and 35 days of age, feed intake, weight gain, feed conversion, energy intake and protein intake were evaluated. At 35 days, we evaluated: live weight, absolute weight and carcass yield and noble cuts (chest and legs) and edible viscera (heart, liver and gizzard). The chemical composition of the carcass (DM, moisture, CP, EE and mineral matter) was determined from carcasses from slaughter. The metabolizable trial occurred from the 19th to the 27th day of age of the quails. Were evaluated: metabolizability coefficients of dry matter (DM), crude protein (CP), etheral extract (EE) and gross energy; nitrogen intake (NI), N excretion (NE), N retention (NR) and N metabolism coefficient (NMC). From one to 14 days of age there was an increasing linear effect ($P<0.05$) for weight gain. From 15 to 35 days, the weight gain presented a linear decreasing effect ($P<0.05$) and the feed conversion increased linear effect ($P<0.05$) with the increase of crude protein. The diet with 21.0% CP was bioeconomically superior to those with higher CP levels. The absolute weight and leg yield presented quadratic response ($P<0.05$) with the addition of crude protein. A decreasing linear effect ($P<0.05$) was observed for absolute weight and liver yield. The reduction of the CP content improved linearly ($P<0.05$) the metabolizability of DM and CP. The EE metabolizability coefficient increased linearly ($P<0.05$) with increasing CP levels. The NI and NE increased linearly with the increase in CP content. The NMC improved linearly ($P<0.05$) with the reduction of CP levels. Rations with 21.0% crude protein for European quails from one to 35 days of age are recommended.

Keywords: carcass, metabolizable coefficients, productive performance, metabolism, yield

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO GERAL	11
2 - REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 - Coturnicultura de corte	12
2.2 - Desempenho e características da carne de codornas europeias	13
2.3 - Importância da proteína bruta na alimentação de codornas europeias	15
2.4 - Exigências de proteína bruta para codornas europeias	18
REFERÊNCIAS.....	22
3 PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS DE CODORNAS EUROPEIAS (<i>Coturnix coturnix</i>) .26	
CRUDE PROTEIN IN DIETS OF EUROPEAN QUAILS (<i>Coturnix coturnix</i>)	27
ABSTRACT.....	27
3.1. INTRODUÇÃO	28
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.4. CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS.....	57

1 – INTRODUÇÃO GERAL

O setor coturnícola ganhou considerável espaço nos últimos anos, demonstrando que os produtos gerados pela coturnicultura são cada vez mais consumidos. A coturnicultura de corte se caracteriza como uma atividade bastante promissora, de baixo investimento e rápido retorno econômico. O desenvolvimento acentuado é resultado da adequação às novas tecnologias de produção, onde a atividade que era vista como de subsistência, passou a ganhar espaço de atividade altamente tecnológica com resultados promissores aos investidores (PASTORE, 2012).

Dentre os fatores de produção, a alimentação das codornas se configura como o de custo mais elevado. Contudo, com a evolução do conhecimento em nutrição, tornou-se possível diminuir os custos produtivos, uma vez que as dietas passaram a ser formuladas com a utilização de aminoácidos industrializados, permitindo seu balanceamento com níveis menores de proteína bruta, conforme o conceito de proteína ideal.

Para uma nutrição mais eficaz dos animais, é fundamental fornecer uma dieta equilibrada, objetivando a melhor conversão de alimentos e redução dos níveis de nutrientes que serão excretados ao ambiente. Em vários países, a preocupação com a questão ambiental impôs novo desafio aos nutricionistas e novo fôlego às pesquisas. A eficiência de utilização da proteína da dieta por codornas é baixa, levando, como consequência, a uma grande excreção de nitrogênio nas excretas (TON et al. 2013).

As informações sobre os níveis de proteína para codornas para produção de carne embora não sejam limitadas, por vezes, são discrepantes. As controvérsias acerca das recomendações para codornas são evidentes quanto aos níveis, às fases de crescimento e à aptidão produtiva das aves. Logo, o fornecimento de uma dieta formulada baseada no conceito da proteína ideal é imprescindível, possibilitando melhor aproveitamento das rações, desempenho otimizado das codornas e maior retorno econômico ao produtor.

Dessa forma, objetivou-se avaliar diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça, cortes nobres e vísceras comestíveis e a composição química das carcaças de codornas europeias (*Coturnix coturnix*), bem como a análise econômica e a metabolizabilidade de nutrientes das dietas avaliadas.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Coturnicultura de corte

As codornas tiveram sua origem na região norte da África, na Europa e na Ásia, pertencendo à família dos fasianídeos (*Fasianidae*) e à sub-família perdicinidae, sendo assim da mesma família de galinhas e perdizes (PINTO et al., 2002). A domesticação desses animais para a produção de carne e ovos iniciou-se no Japão no começo do século XX, através de muitos estudos e inúmeros cruzamentos entre aves providas da Europa com espécies selvagens, obtendo desta forma, uma espécie chamada *Coturnix japonica*, ou codorna japonesa, de pequeno porte e alta produção de ovos e uma subespécie de maior porte e menor produção de ovos, chamada *Coturnix coturnix*, ou codorna europeia (REIS, 1980).

Atualmente, existem três tipos de codornas que são mais utilizados em explorações industriais: a codorna europeia (*Coturnix coturnix*), a codorna japonesa (*Coturnix japonica*) e a “bobwhite quail” ou codorna americana (*Colinus virginianus*). Estas aves possuem diferentes características de tamanho, peso, precocidade, tipo de ovo (branco ou pintado), taxa de postura e coloração das penas, caracterizando, assim, a aptidão de cada uma para carne ou ovos (RODRIGUES, 2012).

No Brasil, a criação doméstica foi iniciada pelos imigrantes, que importaram as aves da Europa na primeira metade do século XX. Contudo, o maior impulso da coturnicultura brasileira somente ocorreu em 1989, quando uma grande empresa do ramo da avicultura do Sul brasileiro, visando aumentar sua variedade de produtos, resolveu investir na criação e comercialização de carcaças congeladas no mercado brasileiro. O negócio teve sucesso e o produto passou a ser exportado para países do Mercosul e Oriente Médio (SILVA e COSTA, 2009).

Em 1996, houve a primeira importação oficial de matrizes de codornas de corte. Dessa forma, antes deste período, as aves destinadas ao abate eram provenientes do descarte das codornas de postura em final de produção ou de machos de descarte, ou seja, animais sem especificidade para a produção de carne (ALMEIDA, 2001). Assim, estas aves de postura produziam carcaças muito pequenas (70 a 110g) e a carne das fêmeas era relativamente mais dura, em decorrência da idade avançada (GARCIA, 2002), considerada inadequada para os padrões de consumo nacional (FILGUEIRA et al., 2014).

Mesmo com o aumento da produção de codornas para corte, a produção brasileira é predominantemente destinada à produção de ovos (MÓRI et al., 2005). O material genético

disponível ainda não é adequado, e existe a necessidade de mais informações sobre o desempenho e as exigências nutricionais das codornas para subsidiarem os criadores no estabelecimento de sistemas de produção mais eficientes (MOTA et al., 2015). Entretanto, em 2011, o Brasil ocupou o quinto lugar no ranking mundial, coincidindo com o surgimento das grandes criações automatizadas e tecnificadas, bem como novas formas de comercialização do ovo e da carne de codorna (SILVA et al., 2012).

Entre 2002 e 2011, as regiões Sul e Centro-Oeste do país obtiveram uma maior evolução quanto ao número de animais, porém, observou-se que o crescimento da produção de ovos da ave não seguiu essa expansão, o que mostrou o maior interesse dos criadores dessas regiões na produção de aves para abate durante este período (ALMEIDA et al., 2013). Em 2017, o Brasil teve um efetivo de codornas, independentemente da finalidade da criação, sexo ou idade, de 15,5 milhões de aves, resultado 18,3% inferior em relação ao ano de 2015, no qual alcançou uma marca recorde de 21,99 milhões de aves (IBGE, 2016; IBGE, 2017).

A grande concentração do efetivo foi na Região Sudeste (67,0%), sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com 38,1% do total nacional, seguido pelo Espírito Santo, com 11,7%. A Região Nordeste com 9,2%, foi ultrapassada pela Região Sul, que representou 9,8% do efetivo nacional. O Nordeste teve uma retração de 12,2%, com perdas no Ceará (33,1%) e Pernambuco (3,1%), que são os dois Estados responsáveis por mais da metade da população de codornas da região. A Região Sul registrou uma queda de 2,9% (IBGE, 2016).

A redução foi observada em todas as regiões, porém com maior proporção no Sudeste, onde se concentra a maior parte do plantel. A perda do poder aquisitivo da população originou a redução na demanda por ovos e pela carne de codorna, ocasionando um desestímulo aos produtores que decidiram reduzir seus efetivos para conter os custos. Além da crise econômica, os produtores de codornas alegam problemas sanitários que levaram ao descarte de aves, o que levou à saída de muitos dessa atividade (IBGE, 2016).

2.2 - Desempenho e características da carne de codornas europeias

A codorna europeia é especializada para a produção de carne e apresenta consumo médio de ração por ave na fase adulta de 30 a 33g. Pesquisas mais recentes têm defendido o abate destas aves com 35 dias de idade (FERREIRA et al., 2012; RIBEIRO, 2015; VIDAL et al., 2015), entretanto a maioria dos trabalhos encontrados na literatura utilizam o abate com 42 dias de idade (OLIVEIRA et al., 2002; SILVA et al., 2006; CORRÊA et al., 2007, 2008; PINHEIRO et al., 2015).

Uma série de fatores indica que a melhor idade para o abate é aos 35 dias de idade. Como não é realizada a sexagem, um desses fatores está relacionado com o dimorfismo sexual, que se manifesta a partir dos 15 dias de idade. Codornas fêmeas apresentam maior peso aos 42 dias de idade quando comparadas as de 35. Entretanto, este aumento de peso está diretamente relacionado com o desenvolvimento de órgãos do sistema reprodutor (RIBEIRO, 2015).

Assim, a maior parte dos nutrientes fornecidos na dieta direcionam-se para o desenvolvimento deste sistema e não para a deposição de músculos, o que reduz o peso das carcaças. As codornas europeias apresentam um alto valor de rendimento de carcaça, de até 72% em relação ao peso vivo, no caso de considerar vísceras comestíveis e gordura abdominal, ou 67% considerando-se somente a carcaça limpa (ALBINO e BARRETO, 2003).

As codornas da linhagem europeia apresentam um intervalo pequeno entre gerações, além de um rápido desenvolvimento corporal. Nascerem com peso médio de aproximadamente 9g, o que corresponde a 70% do peso do ovo. Aos 28 dias, as aves alcançam o peso médio 20 vezes maior que o peso no momento do nascimento. A maturidade sexual é atingida por volta dos 42 dias nas fêmeas e 48 dias nos machos. É uma ave muito resistente e que produz bem em temperaturas entre 5 e 30°C (ALBINO e BARRETO, 2003).

Em se tratando de alimentação, as recomendações nutricionais mais recentes para codornas europeias na fase inicial (um a 21 dias) apresentam valores de 2.900Kcal/kg de energia metabolizável (EM) e de 25,0% de proteína bruta (PB), e para a fase de crescimento (22 a 42 dias) os valores recomendados são de 3.050Kcal/kg de EM e de 22,0% para PB (SILVA e COSTA, 2009), levando em consideração um plano nutricional com duas rações.

Devido às mudanças diárias da exigência nutricional por parte do metabolismo da codorna, aumentar o número de rações do plano nutricional em três, apresenta-se como uma alternativa para reduzir o custo de ração por quilo de codorna produzida, sem prejudicar as características de desempenho e de carcaça (GRIEP JÚNIOR et al. 2017).

O processo de seleção de aves de corte tem o propósito de melhorar a taxa de crescimento e da composição corporal, com o objetivo de proporcionar o aumento de rendimento de peito e a diminuição do teor de gordura abdominal para satisfazer, respectivamente, a demanda da indústria por melhores rendimentos de carcaça e a demanda do consumidor por produtos mais saudáveis (TORRES FILHO, 2012).

Neste sentido, as codornas de linhagem europeia produzem carcaças maiores e mais pesadas quando comparadas as codornas japonesas, além de proporcionarem carne mais macia em função da menor idade ao abate, em comparação com aquelas aves de postura abatidas em final de ciclo produtivo. Dentre as aves que produzem carnes consideradas de sabor exótico

(galinha d'angola, marreco, pato e faisão), a codorna se destaca perante as demais, o que demonstra que a carne de codorna tem ganhado espaço na mesa do consumidor (ABPA, 2015).

2.3 – Importância da proteína bruta na alimentação de codornas europeias

As proteínas são macromoléculas orgânicas nitrogenadas presentes em todas as células vivas, portanto, essenciais à vida animal. Do ponto de vista nutricional, o que distingue uma proteína de outra é o seu aporte de aminoácidos. São conhecidos 23 aminoácidos que compõem as proteínas, no entanto, apenas 11 são considerados dieteticamente essenciais (BERTECHINI, 2012).

O desempenho produtivo dos animais encontra-se dependente, assim como de outros nutrientes, do suprimento de proteína na alimentação e sua ausência pode promover queda no desempenho. As exigências de proteínas e aminoácidos variam de acordo com a taxa de crescimento dos animais. A proteína necessária para manutenção do metabolismo corporal das aves e para o desenvolvimento muscular é proveniente da proteína dietética, cujos aminoácidos são utilizados para exercerem inúmeras funções metabólicas, que vão desde constituintes primários dos tecidos estruturais e de proteção, como pele, penas, matriz óssea, ligamentos e tecidos dos órgãos e músculos, até serem precursores de inúmeros constituintes corporais não proteicos (SILVA et al., 1998).

Níveis proteicos nas dietas de aves em crescimento influenciam diretamente o ganho de peso (LIMA, 2012). Quando fornecida em deficiência, a proteína promove redução no crescimento, por conta do desvio de parte da proteína para funções menos vitais, prejudicando assim o desenvolvimento corporal. Já o seu excesso pode limitar o desempenho das aves, pois o catabolismo aminoacídico requer gasto extra de energia para excreção de nitrogênio na forma de ácido úrico (JORDÃO FILHO et al., 2012). De acordo com Freitas et al. (2006), o gasto de energia na incorporação de um aminoácido na cadeia proteica é estimado em torno de 4 mols de ATP e para excreção de um aminoácido, são gastos de 6 a 18 mols de ATP, desviando assim, a energia que deveria ser utilizada para manutenção e ganho corporal.

Desta forma, o excesso de proteína, ou seja, além do que o organismo precisa, faz com que ela seja desperdiçada com relação à sua função específica, tendo em vista que não poderá ser armazenada (ANDRIGUETTO et al., 1990). Os aminoácidos absorvidos em excesso às necessidades são desaminados com eliminação de nitrogênio nas excretas. Também em caso de deficiência energética da dieta, esses aminoácidos também poderão ser desaminados e o esqueleto de carbono entrar no metabolismo energético para a produção de energia

(BERTECHINI, 2012). Isto ocorre porque a síntese muscular é geneticamente controlada, havendo, portanto, um limite fisiológico para deposição diária de proteína, independentemente de sua ingestão (CORRÊA et al., 2008).

Os aminoácidos que participam da síntese proteica são oriundos diretamente da dieta ou produzidos pelo próprio organismo animal. Aminoácidos não-essenciais são assim chamados os aminoácidos sintetizados no organismo a partir de outros aminoácidos ou de outros nutrientes presentes na ração, de maneira que, se faltam na dieta, não afetam o desempenho das aves (GOULART, 2010). No entanto, esses aminoácidos são imprescindíveis na síntese proteica orgânica. Portanto, todos os aminoácidos, inclusive os não essenciais dieteticamente, são metabolicamente essenciais (BERTECHINI, 2012). Em caso de deficiência de aminoácidos não-essenciais na dieta, aminoácidos essenciais são utilizados para a sua síntese (LIMA et al., 2014).

Quando se trabalha com dietas com baixos teores de proteína, deve-se atentar para o atendimento dos aminoácidos não-essenciais, pois alguns deles precisam estar presentes para suprir funções metabólicas primárias, ou seja, deve ser utilizada uma certa quantidade de proteína bruta nas dietas mesmo que se utilize aminoácidos industriais, em função da importância dos aminoácidos não-essenciais (VASCONCELLOS et al., 2011).

Nas décadas passadas, pesquisas na área da nutrição de aves avaliaram o desempenho produtivo baseada nos níveis de proteína bruta da ração. Porém, devido ao aumento nos custos de produção e dos alimentos utilizados como fontes proteicas das dietas, os estudos passaram a avaliar os requerimentos nutricionais com relação aos níveis de aminoácidos essenciais. Observou-se que as aves não apresentam uma exigência específica para proteína bruta, mas para aminoácidos essenciais e não-essenciais, emergindo assim o conceito de proteína ideal (LIMA et al., 2014).

Segundo Emmert e Baker (1997), a proteína ideal pode ser conceituada como o balanceamento dos aminoácidos essenciais, que satisfaça exatamente a exigência de um animal para manutenção e máxima deposição de proteína corporal, sem deficiências nem excessos. Para ser ideal, uma proteína ou a combinação de proteínas de uma ração deve apresentar os aminoácidos em níveis exatos que atendam estas exigências (DUMONT et al., 2017). Este conceito estabelece que cada aminoácido seja igualmente limitante, reduzindo o uso dos aminoácidos como fonte de energia e diminuindo a excreção de nitrogênio (CAMPOS et al., 2012; VAN HEUGTEN e VAN KEMPEM, 1999).

Com base nesse conceito, a lisina é utilizada como aminoácido de referência, com os requisitos para todos os outros aminoácidos essenciais expressos como uma porcentagem deste

aminoácido. Na formulação de rações para aves, a lisina foi escolhida como um aminoácido de referência devido as seguintes razões: é o segundo aminoácido limitante após os aminoácidos sulfurados (metionina + cistina); sua suplementação em rações é economicamente viável; a análise de lisina nos alimentos é mais simples, diferente de outros aminoácidos como a metionina, cistina e triptofano; é usada pelo organismo apenas para a síntese e manutenção de proteínas (isto é, não tem papel precursor); os dados de exigência de lisina para uma variedade de circunstâncias dietéticas, ambientais e de composição corporal estão prontamente disponíveis na literatura (EMMERT e BAKKER, 1997).

A disponibilidade econômica dos aminoácidos industriais para aves, assim como a melhor avaliação dos ingredientes e das exigências nutricionais, permite aos nutricionistas formularem rações com menores teores de proteína (MOURA, 2004). Geralmente, a formulação de dietas de baixa proteína é baseada em perfis de aminoácidos totais ou digestíveis e foi desenvolvida com sucesso em estudos com frangos de corte (AWAD et al., 2014; OSPINA-ROJAS et al., 2014). Por outro lado, informações sobre o nível de proteína ideal para a dieta de codornas europeias ainda é limitada.

A grande vantagem de aplicar tal conceito, seria a possibilidade de reduzir os custos de formulação das dietas, pois o balanço perfeito entre os aminoácidos possibilita a redução sistemática do nível proteico da dieta. Porém, essa ferramenta não é utilizada com eficiência na coturnicultura, pois poucas pesquisas têm sido realizadas para estimativa das exigências de aminoácidos para codornas de corte, principalmente na fase de crescimento (RIBEIRO, 2015).

Atualmente, os estudos de nutrição de codornas buscam aplicar o conceito de proteína ideal através da inclusão de aminoácidos industrializados às dietas. Todavia, as rações para codornas apresentam um alto teor proteico, em média 22,4% para as japonesas e 23,0% para as europeias, quando comparadas àquelas utilizadas para outras aves, por exemplo, frangos de corte e poedeiras comerciais semipesadas de desempenho médio-superior, cujas recomendações para PB são, em média, 20,95 e 14,72%, respectivamente (SILVA e COSTA, 2009; ROSTAGNO, 2017).

Estas elevadas exigências para a PB dos planos nutricionais para codornas de corte explicam o alto custo da ração para estas aves, entretanto, estes teores podem ser reduzidos através da suplementação com aminoácidos industrializados, sem efeitos adversos sobre o desempenho produtivo. Com isso, é possível reduzir os custos de produção mediante a diminuição dos teores de proteína bruta e, conseqüentemente, a quantidade de nitrogênio excretado (WEN et al., 2016).

O uso ideal das proteínas é essencial em qualquer sistema de alimentação, pois as fontes de proteínas geralmente são mais onerosas do que as que provém de alimentos energéticos, o que as tornam de grande importância nas formulações de rações comerciais, uma vez que as necessidades das aves devem ser supridas, buscando reduzir o custo de produção (CORRÊA et al., 2007). Além disso, a regulamentação ambiental está preconizando menores níveis de proteínas dietéticas, com a finalidade de limitar o impacto da produção animal sobre a poluição do solo causada pelo excesso de nitrogênio nas excretas, e isto requer uma melhor compreensão das exigências de proteína bruta (ABD-ELSAMEE et al., 2014).

2.4 - Exigências de proteína bruta para codornas europeias

Até meados da década passada, resultados de estudos em nutrição com frangos de corte e poedeiras eram frequentemente utilizados em formulações de rações para codornas, situação que não pode ser justificada em razão das diferenças anatômicas, histológicas e de tamanho e comprimento do trato gastrointestinal entre essas espécies (OLIVEIRA et al., 2007).

Como já mencionado, no cenário da avicultura está cada vez mais em desuso a formulação de rações que atendam somente a exigência em proteína bruta. No entanto, os valores de exigência de proteína bruta encontrados na literatura para codornas de corte são discrepantes, tornando necessário estimar um padrão mínimo de proteína requerido por esses animais antes de se estudar isoladamente a exigência de cada aminoácido (RIBEIRO, 2015).

O nível de proteína na dieta pode influenciar a qualidade da carne, alterando a composição da carcaça e rendimento de carcaça. Dietas deficientes em um ou mais nutrientes essenciais induzem as aves a consumirem energia excessivamente, na tentativa de suprir a deficiência nutricional, assim, tendem a aumentar a gordura da carcaça (GOUS, 2017).

Em se tratando de codornas, é esperado que a exigência em proteína bruta seja mais alta que em outras espécies de aves, pois do nascimento ao sétimo dia de idade as codornas são muito exigentes em proteína, devido ao fato de nascerem com cerca de 9g e apresentarem já no sétimo dia de idade peso médio de 32 gramas, o que equivale a um aumento de cerca de quatro vezes o seu peso inicial (CORRÊA et al., 2007).

As codornas de genótipo europeu, apresentam crescimento mais rápido que as japonesas, em todas as idades, e ambas apresentam o pico máximo de taxa de crescimento aos 27 dias, provavelmente, o período de maior deposição de proteína e água na carcaça. Após este período, a taxa de crescimento diminui e o ganho passa a ter um retorno progressivamente decrescente, com aumentos da deposição de gordura em vísceras, retenção de nutrientes no

ovário-oviduto e da exigência de energia dietética (SILVA et al., 2012). Aos 35 dias, o peso das codornas se aproxima de 250g, ou seja, cerca de 28 vezes o peso da codorna com um dia de idade.

De acordo com Silva et al. (2012), apesar da semelhança dos níveis de proteína para as codornas japonesas, os níveis dos aminoácidos são mais expressivos para codornas europeias, influenciados, provavelmente, pela maior taxa de crescimento e maior peso corporal destas aves. As porcentagens de lisina total, relativas à proteína, são de 6,2; 5,3 e 5,6%, respectivamente, para a fase inicial, crescimento e período total de criação para as codornas europeias, enquanto para as codornas japonesas o nível é de 5,4%, em todas as fases desde o crescimento até a produção de ovos (SILVA e COSTA, 2009).

Portanto, as codornas europeias tendem a exigir maiores quantidades de lisina em relação ao conteúdo de proteína da dieta. Evidenciando ainda mais que a taxa de crescimento, especialmente, dos músculos peitorais nas codornas europeias é a possível explicação para esse resultado, devido à lisina ser utilizada para síntese de proteína corporal (SILVA et al., 2012)

Alguns dos estudos iniciais investigaram as exigências de proteínas e aminoácidos de codornas e apresentaram um requisito relativamente elevado de proteína (28,0%) para codornas do tipo “bobwhite” (BALDINI, ROBERTS e KIRKPATRICK, 1950; ANDREWS, HARMS e WILSON, 1973). As recomendações do NRC (1994) de proteína bruta (PB) também são consideradas elevadas, com 26,0% para codornas “bobwhite” em fase de crescimento. Em estudo com codornas selecionadas para a produção de carne, Leeson e Summers (1997) recomendaram dietas com 28,0% de PB até os 42 dias de idade e 18,0% até o abate, enquanto Shrivastav e Panda (1999) sugeriram níveis de 26,0% até os 15 dias e 24,0% até os 42 dias de idade.

Avaliando o rendimento de carcaça de codornas de corte no 42º dia de idade alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de PB (22,0; 24,0; 26,0 e 28,0%) e energia metabolizável de 2.900 e 3.100Kcal EM/kg, Corrêa et al. (2005) não observaram efeito significativo sobre nenhuma das características estudadas. Assim, as codornas apresentaram desempenho satisfatório quando alimentadas com dietas com redução nos níveis de energia e proteína bruta, reduzindo o custo de produção.

Planos nutricionais para codornas europeias foram elaborados por Silva et al. (2006) a fim de avaliar a redução da PB e a suplementação da dieta com os aminoácidos essenciais sobre o desempenho e rendimento de carcaça. Estes autores recomendaram para a fase inicial (um a 21 dias de idade), ração contendo 22,4% de proteína bruta suplementada com 1,1% de metionina + cistina e 1,2% de lisina e para a fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), ração

contendo 19,2% de proteína suplementada com 0,9% de metionina + cistina e 0,95% de lisina, sugerindo que a suplementação de dietas com baixo teor de PB com estes aminoácidos permite reduzir a proteína da ração sem efeitos adversos.

Avaliando seis níveis de PB (23,0 a 33,0%) em dietas para codornas europeias de um a 42 dias de idade, Corrêa et al. (2007) verificaram que a exigência de PB para o máximo ganho de peso de codornas de corte do nascimento ao 21º dia de idade é 30,1% e do nascimento ao 42º dia 29,5% da dieta. Nestes pontos foi estabelecido que ocorreu o limite fisiológico para a expressão dessas características, evidenciando que o peso vivo e o ganho de peso em codornas de corte são limitados tanto pela quantidade de aminoácidos essenciais em dietas com baixos níveis de proteína, quanto pela eficiência de utilização dos aminoácidos em dietas com níveis proteicos acima da exigência.

Estudando a exigência de PB para codornas europeias mistas de um a 42 dias de idade, Corrêa et al. (2008) avaliaram seis níveis de PB na dieta (23,0 a 33,0%) e concluíram que o nível de 29,8% de PB atendeu as necessidades das aves. No entanto, recomendaram o nível de 33,0% de PB para maiores pesos de carcaça e peito. Observaram também que, apesar das aves fêmeas apresentarem melhor desempenho para algumas características, os resultados indicaram que não há diferença entre as exigências de PB entre os sexos, assim, não há necessidade do estabelecimento de dietas com níveis proteicos diferenciados para codornas de ambos os sexos. Em estudo com codornas japonesas de um a 42 dias de idade, Mosaad e Iben (2009) relataram que o desempenho foi afetado negativamente quando houve a aumento do nível de PB (21,0, 24,0 e 27,0%), observando maior ingestão alimentar com aumento dos níveis. Os autores justificam que este aumento da ingestão de alimento foi para compensar a necessidade de energia para o crescimento à medida que o peso corporal vivo aumentou com os níveis de PB.

Com o objetivo de avaliar o desempenho de codornas europeias de corte (Linha O1), de ambos os sexos, de um a 35 dias de idade, submetidas a cinco diferentes níveis de PB nas dietas (18,0 a 26,0%), Teixeira et al. (2013) sugeriram o nível de 23,0%, para maximizar o desempenho das aves.

Objetivando avaliar o rendimento da carcaça e cortes nobres, e a qualidade da carne de codornas de corte de 28 a 42 dias de idade, alimentadas com rações contendo cinco níveis de proteína bruta (19,0 a 27,0%) e suplementadas com aminoácidos essenciais, Pinheiro et al. (2015) concluíram que as aves não requerem mais do que um nível de 19,0% para obtenção de satisfatório rendimento de carcaça e de peito, bem como para as características de qualidade da carne, desde que a ração seja suplementada com aminoácidos limitantes.

Em estudo com codornas francesas no período de 15 a 42 dias de idade, Wen et al. (2016) avaliaram os efeitos da redução dos níveis de proteína dietética (25,5 a 17,5%) com perfis semelhantes de aminoácidos totais sobre o desempenho do crescimento e os rendimentos de carcaça. Observaram que é possível reduzir o nível de proteína bruta sem efeitos adversos sobre os parâmetros estudados.

Estas discrepâncias tornam a formulação de dietas para codornas uma tarefa difícil para os produtores e para a indústria de rações (SILVA et al., 2006). De acordo com Pinheiro et al. (2015), não se justifica o uso de níveis proteicos elevados em rações para codornas de corte, pois além de elevarem os custos de produção, acarretam em incremento calórico corporal desnecessário para o animal devido ao excesso de proteína, uma vez que os aminoácidos excedentes às exigências deverão ser catabolizados, havendo um custo energético para que este processo ocorra, resultando em piores rendimentos de carcaça.

Quanto mais variada for a suplementação com aminoácidos na dieta, maior será o equilíbrio das dietas com redução no teor de proteína, ou seja, haverá a mesma proporção de aminoácidos essenciais, como a lisina, metionina, treonina, triptofano e arginina ao reduzir o teor de PB, levando a uma menor densidade de aminoácidos em dietas com baixos níveis de PB em comparação com dietas de alta PB (WEN et al. 2016).

Desde a publicação de Silva e Costa (2009), ainda faltam informações sobre as exigências nutricionais de proteína bruta para codornas de corte criadas no Brasil, tendo em vista que as codornas modernas podem apresentar pesos diferenciados, como ocorre com as recomendações para codornas japonesas, cujos requisitos nutricionais levam em consideração não só a idade das aves, mas também o peso (ROSTAGNO et al., 2017). Como mencionado nas próprias tabelas, alguns dados para aminoácidos tiveram como fonte o NRC (1994), cujas recomendações referem-se aos requerimentos para codornas japonesas.

Ainda, os requisitos nutricionais estimados em climas temperados podem diferir dos requisitos das aves criadas em climas tropicais, o que pode limitar o uso de dados obtidos fora do país (SHRIVASTAV, 2002). Para otimizar o crescimento e desempenho produtivo das codornas, se faz necessária uma alimentação com rações balanceadas e de custo mínimo que forneçam os nutrientes nas devidas proporções, obtendo-se assim o benefício da criação.

REFERÊNCIAS

- ABD-ELSAMEE, M.O. et al. Effect of different levels of protein, methionine and folic acid on quail performance. **Egyptian Poultry Science Journal**, v.34, n.4, p.979-991, 2014.
- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2015**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2015>. Acessado em 20 Dez. 2017.
- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para a produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 268p.
- ALMEIDA, M.I.M. **Efeito de linhagem e de nível proteico sobre o desempenho e características de carcaça de codornas (*Coturnix sp*) criadas para corte**. 2001. 96p. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- ALMEIDA, T.J.O. et al. Evolução da produção de codornas para abate e postura no brasil. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13, 2013, Recife. **Resumos...** Garanhuns, PE: JEPEX, 2013.
- ANDREWS, T.; HARMS, R.; WILSON, H. Protein requirement of the bobwhite chick. **Poultry Science**, v.52, p.2199–2201, 1973.
- ANDRIGUETTO, J.M. et al. 1990. **Nutrição animal**. 4.ed. São Paulo: Nobel. v.1, 395p.
- AWAD, E.A. et al. Amino acids fortification of low-protein diet for broilers under tropical climate: ideal essential amino acids profile. **Italian Journal of Animal Science**, v.13, p.3166, 2014.
- BALDINI, J.T.; ROBERTS, R.E.; KIRKPATRICK, C.M.A. Study of the protein requirements of bobwhite quail reared in confinement in battery brooders to eight weeks of age. **Poultry Science**, v.29, p.161–166. 1950.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. 2ª Edição Lavras: Editora UFLA, 2012. 373 p.
- CAMPOS, A.M.A. et al. Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.326-332, 2012.
- CORRÊA, G.S.S. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta sobre o rendimento de carcaça de codornas europeias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.266-271, 2005.
- CORRÊA, G.S.S. et al. Exigências em proteína bruta para codornas de corte EV1 em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1278-1286, 2007.
- CORRÊA, G.S.S. et al. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.

DUMONT, M.A. et al. Crude protein in diets of european quails. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.18, p.1-12, 2017.

EMMERT, J.L.Y.; BAKER, D. H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels en broiler diets. **Journal Application Poultry Research**, v.6, n.4, p.462-470, 1997.

FERREIRA, F. et al. Exigência de metionina + cistina para codornas de corte durante a fase de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 1, 2012.

FILGUEIRA, T.M.B. et al. Corn Replacement by Broken Rice in Meat-Type Quail Diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**. Fortaleza-CE, v. 16, n.4, p.345-350, 2014.

FREITAS, A.C. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1705-1710, 2006.

GARCIA, E.A. Codornas para produção de carne. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002,p. 97-108.

GOULART, C.C. **Utilização de aminoácidos industriais e relação aminoácidos essenciais: não essenciais em dietas para frangos de corte**. Areia, 2010, 135p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

GOUS, R.M. Nutritional and environmental effects on broiler uniformity, **World's Poultry Science Journal**, v.74, n.1, 2017.

GRIEP JÚNIOR, D. N. et al. Avaliação de planos nutricionais para codornas de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.38, n.2, p.821-830, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. **Produção da Pecuária Municipal 2016**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em: 27 de Dez. de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. **Produção da Pecuária Municipal 2017**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em: 12 de Nov. de 2018.

JORDÃO FILHO, J. et al. Requirement for maintenance and gain of crude protein for two genotypes of growing quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.9, p.2048-2054, 2012.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Commercial poultry nutrition. 2.ed. **Guelph: University Books**, 350 p. 1997.

LIMA, R.C. **Determinação da relação energia metabolizável:proteína bruta na alimentação de codornas japonesas e europeias**. 2012. 163f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

LIMA, R.C. et al. Exigência nutricional de proteína bruta para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de postura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.4, p.1234-1242, 2014.

MÓRI, C. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa-MG, v.34, n.3, p.870-876, 2005.

MOSAAD, G.M. e IBEN, C. Effect of dietary energy and protein levels on growth performance, carcass yield and some blood constituents of Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*). **Die Bodenkultur**, v.60, p.39-46, 2009.

MOTA, L.F.M. et al. Características e desempenho e de carcaça em diferentes genótipos de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.613-621, 2015.

MOURA, A.M.A. Conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.31-34, 2004. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/004V1N1P31_34_JUL2004.pdf. Acesso em 28/12/2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, D.C.: National, Academic Press. 155p. 1994.

OLIVEIRA, E.G. et al. Desempenho produtivo de codornas de ambos os sexos para corte alimentadas com dietas com quatro níveis proteicos. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.2, p.75-80, 2002.

OLIVEIRA, N.T.E. et al. Determinação da energia metabolizável de diferentes alimentos testados em codornas japonesas fêmeas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.210-217, 2007.

OSPINA-ROJAS, I. et al. Valine, isoleucine, arginine and glycine supplementation of low-protein diets for broiler chickens during the starter and grower phases. **British Poultry Science**, v.55, p.766-773, 2014.

PASTORE, S. M. et al. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, n.06, p. 2041-2049, 2012.

PINHEIRO, S.R.F. 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. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.2, p.292-297, 2015.

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

R CORE TEAM (2016). **R: A language and environment for statistical computing**. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria.

REIS, L.F.S.D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa: Agros, 10ed., p.222, 1980.

RIBEIRO, C.L.N. **Proteína bruta, relações aminoácídicas e lisina digestível em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**. 2015. 123 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

RODRIGUES, L.R. **Índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de codornas japonesas alimentadas com redução protéica**. 2012. 66 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2012.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ed., Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017, 488p.

SHRISVASTAV, A.K. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.67-75.

SHRIVASTAV, A.K.; PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. **World's Poultry Science Journal**, v.55, n.3, p. 73- 81, 1999.

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

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

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

SILVA, M.A. et al. Exigências nutricionais de metionina + cistina para pintos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.357-363, 1998.

TEIXEIRA, B.B. et al. Desempenho de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p. 524-529, 2013.

TON, A.P.S. et al. Exigência de treonina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.505-512, 2013.

TORRES FILHO, R.A. **Efeito de linhagem, de sexo e de nível de proteína na dieta sobre a qualidade de carne de codornas de corte**. 2012. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

VAN HEUGTEN, C; VAN KEMPEN, T. Methods may exist to reduce nutriente excretion. **Feedstuffs**, v.71, n.17, p. 12-19, 1999.

VIDAL, T.Z.B. et al. Teor de metionina + cistina para codornas de corte do nascimento aos 21 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.242-248, 2015.

WEN, Z.G. et al. Effects of low-protein diets on growth performance and carcass yields of growing French meat quails (France *Coturnix coturnix*). **Poultry Science**. 0:1-6, 2017.

3. PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS PARA CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix*)

RESUMO

Objetivou-se avaliar diferentes níveis de proteína bruta (PB) sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça, cortes nobres e vísceras comestíveis e a composição química das carcaças de codornas europeias (*Coturnix coturnix*), bem como a análise econômica e a metabolizabilidade de nutrientes das dietas experimentais. Um total de 250 codornas mistas foram usadas num experimento com duração de 35 dias. Foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos para os níveis de PB (21,0; 22,0; 23,0; 24,0 e 25,0%), com cinco repetições de 10 aves cada. Aos 14 e 35 dias de idade, avaliou-se: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, ingestão de energia e ingestão de proteína. Aos 35 dias, avaliou-se: peso vivo, peso absoluto e rendimento de carcaça e cortes nobres (peito e pernas) e vísceras comestíveis (coração, fígado e moela). A composição química da carcaça (matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral) foi determinada a partir das carcaças provenientes do abate. O ensaio de metabolismo ocorreu do 19º ao 27º dia de idade das aves. Avaliou-se: coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia bruta; ingestão de nitrogênio (IN), excreção de N (EN), retenção de N (RN) e coeficiente de metabolizabilidade do N (CMN). De um a 14 dias de idade verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o ganho de peso. De 15 a 35 dias, o ganho de peso apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) e a conversão alimentar piorou ($P < 0,05$) com o aumento do teor de proteína bruta. O peso absoluto e rendimento de pernas apresentaram resposta quadrática ($P < 0,05$) com o acréscimo de proteína bruta. Foi observado efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para peso absoluto e rendimento do fígado. A dieta com 21,0% de PB foi bioeconomicamente superior em relação àquelas com maiores níveis de PB. A redução do teor de PB melhorou linearmente ($P < 0,05$) a metabolizabilidade da MS e PB. O coeficiente de metabolizabilidade do EE aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de PB. A IN e a EN aumentaram linearmente com o aumento do teor de PB. O CMN melhorou linearmente ($P < 0,05$) com a redução dos níveis de PB. Recomenda-se rações com 21,0% de proteína bruta para codornas europeias de um a 35 dias de idade.

Palavras-chave: carcaça, coeficientes de metabolizabilidade, desempenho produtivo, metabolismo, rendimento

CRUDE PROTEIN IN DIETS FOR EUROPEAN QUAILS (*Coturnix coturnix*)

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate different crude protein (CP) levels on productive performance, carcass yield, noble cuts and edible viscera and the chemical composition of European quail carcasses (*Coturnix coturnix*), as well as economic analysis and nutrient metabolizability of experimental diets. A total of 250 mixed quails were used in a 35-day experiment. A completely randomized design with five treatments of CP levels (21.0, 22.0, 23.0, 24.0 and 25.0%) were used, with five replicates of 10 birds each. At 14 and 35 days of age, feed intake, weight gain, feed conversion, energy intake and protein intake were evaluated. At 35 days, we evaluated: live weight, absolute weight and carcass yield and noble cuts (chest and legs) and edible viscera (heart, liver and gizzard). The chemical composition of the carcass (DM, moisture, CP, EE and mineral matter) was determined from carcasses from slaughter. The metabolizable trial occurred from the 19th to the 27th day of age of the quails. Were evaluated: metabolizability coefficients of dry matter (DM), crude protein (CP), etheral extract (EE) and gross energy; nitrogen intake (NI), N excretion (NE), N retention (NR) and N metabolism coefficient (NMC). From one to 14 days of age there was an increasing linear effect ($P < 0.05$) for weight gain. From 15 to 35 days, the weight gain presented a linear decreasing effect ($P < 0.05$) and the feed conversion increased linear effect ($P < 0.05$) with the increase of crude protein. The diet with 21.0% CP was bioeconomically superior to those with higher CP levels. The absolute weight and leg yield presented quadratic response ($P < 0.05$) with the addition of crude protein. A decreasing linear effect ($P < 0.05$) was observed for absolute weight and liver yield. The reduction of the CP content improved linearly ($P < 0.05$) the metabolizability of DM and CP. The EE metabolizability coefficient increased linearly ($P < 0.05$) with increasing CP levels. The NI and NE increased linearly with the increase in CP content. The NMC improved linearly ($P < 0.05$) with the reduction of CP levels. Rations with 21.0% crude protein for European quails from one to 35 days of age are recommended.

Keywords: carcass, metabolizable coefficients, productive performance, metabolism, yield

3.1. INTRODUÇÃO

O custo de produção de codornas tem-se elevado com o alto preço das fontes proteicas da ração. A proteína, seguida pelo componente energético, é o nutriente que mais onera o custo das rações e seu balanceamento adequado deve melhorar a competitividade e o rendimento econômico das criações de codornas.

A medida que o conhecimento em nutrição evolui, as dietas são formuladas com custo mínimo e máximo retorno econômico. Atualmente, a utilização de aminoácidos industrializados na coturnicultura tem permitido a formulação de dietas com redução dos teores proteína bruta, sem que ocorram deficiências ou excessos de aminoácidos essenciais, permitindo formular rações de acordo com o conceito de proteína ideal.

As informações sobre os níveis de proteína para codornas para produção de carne ainda são escassas e, por vezes, discrepantes. As controvérsias acerca das recomendações para codornas são evidentes quanto aos níveis, às fases de crescimento e à aptidão produtiva das aves. Algumas pesquisas utilizam os requerimentos de codornas japonesas ou de frangos como sendo semelhantes às exigências de codornas europeias, gerando controvérsias na determinação dos adequados níveis proteicos. Todavia, ainda são limitadas as informações sobre as exigências proteicas de codornas europeias, devido aos equívocos sobre essas recomendações.

Diferentemente dos carboidratos e dos lipídeos, que podem ser estocados tanto como glicogênio hepático ou muscular e em reservas de lipídeos do corpo, respectivamente, os aminoácidos e/ou proteínas, quando fornecidos em excesso, não são armazenados pelos animais. Assim, o consumo de aminoácidos em excesso é dispendioso, pois o excesso é catabolizado para gerar energia, que é suprida por carboidratos e lipídeos a um menor custo (CORRÊA et al., 2008).

Dessa forma, objetivou-se avaliar diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça, cortes nobres e vísceras comestíveis e a composição química das carcaças de codornas europeias (*Coturnix coturnix*), bem como a análise econômica e a metabolizabilidade de nutrientes das dietas avaliadas.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos desta pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), sob o número de protocolo 57/2018.

O experimento foi realizado no setor de coturnicultura do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da UFAL, localizado no município de Rio Largo, Alagoas, Brasil. O período experimental foi de 35 dias, durante os meses de setembro a outubro de 2018. Foram adquiridas 250 codornas mistas de linhagem europeia (*Coturnix coturnix*), adquiridas de uma granja de melhoramento genético idônea, com um dia de idade, criadas em um galpão de alvenaria fechado, com piso de cerâmica, coberto com laje e telhas de cimento amianto, janela (1,20 x 1,00m) e um exaustor.

As aves foram distribuídas em gaiolas de arame galvanizado (50 x 60 x 30cm) em sistema de baterias, com comedouros tipo calha, bebedouros tipo sifão e bandejas coletoras de excretas. O piso de cada gaiola foi forrado com papel bruto nos primeiros dias, a fim de evitar possíveis acidentes com as aves.

O monitoramento das variáveis climáticas foi realizado diariamente às 08hs:00min e às 16hs:00min através de termômetros de máxima e mínima, termohigrômetro e termômetro de globo negro. O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Buffington et al. (1981). O programa de luz utilizado foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial) durante o período experimental. A água e a ração foram fornecidas à vontade. O aquecimento das aves foi realizado através de lâmpadas incandescentes de 60W, até o 15º dia de idade.

O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando cinco níveis de proteína bruta. As codornas foram pesadas e distribuídas em DIC, dentro de cinco tratamentos, cinco repetições e 10 aves por unidade experimental. Para a escolha dos níveis de proteína bruta, foi utilizado na ração intermediária o nível de 23,0%, recomendado por Silva e Costa (2009) para o período total de criação, e os demais níveis variando em um ponto percentual para mais e para menos. Desta forma, os níveis estudados foram de 21,0; 22,0; 23,0; 24,0 e 25,0% de proteína bruta.

Os dados de composição de alimentos foram de acordo com Rostagno et al. (2017), exceto para os teores matéria seca e de proteína bruta do milho moído e do farelo de soja, que foram determinados no Laboratório de Nutrição Animal do CECA-UFAL a partir de amostras dos

ingredientes adquiridos para produção das rações experimentais, de acordo com a metodologia de Silva e Queiroz (2002).

As dietas foram formuladas para serem isoenergéticas, seguindo a recomendação para energia metabolizável (EM) de Silva e Costa (2009), de 2.950Kcal de EM/kg de ração, com base em aminoácidos digestíveis e suplementadas com os aminoácidos industriais DL-metionina, L-lisina HCL e L-treonina, podendo atender ou exceder as recomendações dos aminoácidos essenciais (**Tabela 1**).

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas com diferentes níveis de proteína bruta para codornas de corte de um a 35 dias.

Ingredientes (kg)	Níveis de Proteína Bruta (%)				
	21	22	23	24	25
Milho moído (7,86%)	58,3110	54,4533	50,5957	46,7380	42,8803
Farelo de soja (43,73%)	35,8108	39,1066	42,4024	45,6981	48,9939
Óleo de soja	2,1213	2,8763	3,6312	4,3861	5,1411
Fosfato bicálcico	1,2769	1,2502	1,2236	1,1969	1,1702
Calcário	0,9007	0,8991	0,8975	0,8959	0,8943
DL-Metionina	0,4292	0,4035	0,3778	0,3521	0,3263
L-Lisina	0,3890	0,2929	0,1968	0,1006	0,0045
Sal comum	0,3703	0,3696	0,3689	0,3682	0,3675
L-Treonina	0,1807	0,1385	0,0963	0,0541	0,0119
Suplemento vitamínico ¹	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Suplemento mineral ²	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Bacitracina de zinco	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300
Monensina sódica*	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional					
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína bruta (%)	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00
Cálcio (%)	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Fósforo disponível (%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Metionina digestível (%)	0,705	0,692	0,679	0,666	0,653
Lisina digestível (%)	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
Treonina digestível (%)	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870

¹Suplemento Vitamínico/kg: Vit.A 13.440,000 UI; Vit. D 3.200,000 UI Vit.E 28.000 mg/kg; Vit.K 2.880 mg/kg; Tiamina 3.500 mg/kg; Riboflavina 9.600 mg/kg; Piridoxina 5.000 mg/kg; Cianocobalamina 19.200 mcg/kg; Ácido Fólico 1.600 mg/kg; Ácido Pantotênico 25,000 mg/kg; Niacina 67.200 mg/kg; Biotina 80.000 mcg/kg; Selênio 600 ppm; Antioxidante 0,40 g/kg. ²Suplemento Mineral/kg: Mg 150.000 ppm; Zn 140.000 ppm; Fe 100.000 ppm; Cu 16.000 ppm; I 1.500 ppm. *Somente até os 21 dias.

A ração correspondente a cada unidade experimental foi pesada e acondicionada em sacos plásticos com capacidade para 3kg de ração, devidamente identificados. Semanalmente, as aves e as sobras nos comedouros e nos sacos foram pesadas e registradas para cálculos de consumo

de ração (g/ave/dia), ganho de peso (g/ave/dia) e conversão alimentar (g de ração/g de ganho de peso), aos 14 e 35 dias de idade. Também foram determinadas as ingestões de proteína e energia, calculadas em função da quantidade de proteína bruta e energia metabolizável consumida por grama de ração ingerida. Diariamente, o controle da mortalidade foi realizado para correção das variáveis acima citadas, conforme recomendado por Sakomura e Rostagno (2006).

No final do período experimental, aos 35 dias, foram selecionadas duas aves (um macho e uma fêmea) com o peso mais próximo da média por unidade experimental, as quais foram identificadas e submetidas a seis horas de dieta hídrica e jejum de sólidos. As aves foram novamente pesadas e abatidas através de deslocamento cervical. Posteriormente, foi realizada degola completa com tesoura entre os ossos occipital e atlas e sangradas por 20 segundos. Manualmente, foram depenadas, evisceradas e os pés foram retirados, para cálculo do rendimento de carcaça (%). O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo das codornas e os rendimentos de peito, pernas (coxa + sobrecoxa) e vísceras comestíveis (coração, fígado e moela) em relação ao peso da carcaça.

Para a determinação da composição química das carcaças, foram utilizadas as carcaças provenientes do abate. As carcaças de cada tratamento foram homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de uma massa homogênea, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer a -18°C, conforme preconizado por Silva et al. (2012).

As carcaças moídas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e levadas à estufa de ventilação forçada (55°C por 72 horas) para a realização da pré-secagem, devido à elevada concentração de água. Em seguida, foi realizada a moagem em liquidificador doméstico e determinada a matéria seca engordurada (MSE) antes do processo de pré-desengorduramento das amostras.

Em razão da alta concentração de gordura nas carcaças das aves, as amostras foram submetidas ao processo de pré-desengorduragem pelo método a quente, por quatro horas, em extrator tipo *soxhlet*. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas, foram então moídas em moinho tipo bola, acondicionadas em coletores de excretas tipo universal e identificadas para análises posteriores.

A água e a gordura retiradas durante o preparo inicial das amostras foram consideradas para correções dos valores das análises subsequentes, de acordo com Vasconcellos et al. (2012). Posteriormente, as amostras foram enviadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (LNA-CCA-UFPB) e verificados os

teores de matéria seca (MS), umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) a partir da duplicata de cada amostra, que representaram as repetições.

A análise econômica foi realizada em função das variações no peso vivo, consumo de ração e custos das rações utilizadas que ocorreram entre os níveis utilizados, de acordo com a metodologia descrita por Lana (2000). O preço médio da codorna viva e os valores das matérias-primas, utilizados para o cálculo dos custos das rações, foram referentes aos utilizados no período experimental. Para obtenção das variáveis utilizadas na análise econômica, foram considerados:

Renda Bruta Média (RBM) – representa o montante recebido em função do peso médio vivo (PMV) e do preço da codorna (PC), definida por: $RBM = PMV \times PC$;

Custo Médio de Arroçoamento (CMA) – representa o custo total relativo ao consumo de ração, em função do consumo (CO) e custo de ração (CR), definido por: $CMA = CO \times CR$;

Margem Bruta Média (MBM) – representa a diferença entre a renda bruta média (RBM) e o custo médio com arroçoamento (CMA), definida por: $MBM = RBM - CMA$;

Margem Bruta Relativa (MBR) – representa o quociente entre a margem bruta média dos demais tratamentos em relação ao tratamento controle (23,0% de PB). É atribuído valor 100 à margem bruta relativa da ração controle, definida por: $MBR = MBM \text{ dos demais tratamentos} / MRB \text{ do tratamento controle} \times 100$;

Rentabilidade Média (RM) – representa o quociente entre a margem bruta média e o custo médio com arroçoamento, indicando a rentabilidade sobre o investimento em ração, definida por: $RM = MBM / CMA \times 100$;

Índice de Rentabilidade Relativo (IRR) – representa o quociente entre a rentabilidade média dos demais tratamentos em relação ao tratamento controle (23,0% de PB). É atribuído, portanto, o valor 100 ao índice relativo de rentabilidade da dieta controle, sendo definido por: $IRR = RM \text{ dos demais tratamentos} / RM \text{ do tratamento controle} \times 100$;

Índice Bioeconômico Ponderado (IBEP) - representa a diferença entre o peso vivo médio e o quociente entre o custo médio com arroçoamento e o preço médio da codorna, definido por: $IBEP = PMV - CMA / PC \times 100$.

Tabela 2. Custos dos ingredientes utilizados na formulação das rações.

Ingredientes	R\$/kg¹
Milho moído (7,86%)	0,83
Farelo de soja (44%)	1,56
Óleo de soja	3,89
Fosfato bicálcico	6,00
Calcário	0,89
DL-Metionina	25,00
L-Lisina	8,87
L-Treonina	12,00
Sal comum	1,00
Suplemento vitamínico ¹	15,00
Suplemento mineral ²	10,00
Bacitracina de zinco	15,00
Monensina sódica	18,50

¹Corresponde aos valores pagos no período de execução do experimento

Tabela 3. Preços médios da codorna viva e custo médio das rações.

	R\$/kg¹
Codorna – Preço pago ao produtor	20,00
Rações – preço médio/Tratamento	
21,0% de PB	1,41
22,0% de PB	1,44
23,0% de PB	1,46
24,0% de PB	1,49
25,0% de PB	1,52

¹Corresponde ao valor pago no período de execução do experimento

O ensaio de metabolismo teve duração de nove dias, sendo cinco dias de adaptação e quatro dias de coleta de excretas, do 19º ao 27º dia de idade das aves, nos quais receberam água e ração experimental à vontade. Para marcar o início e final do período de coleta, foi utilizado 1,0% de óxido férrico nas rações. Foi utilizado o método de coleta total de excretas com o início e fim determinados pelo aparecimento de excretas marcadas (1,0% de Fe₂O₃ adicionado às dietas) conforme descrito por Sibbald e Slinger (1963).

Foram determinados o consumo de ração e o total de excretas de cada parcela durante o período de coleta. Para a coleta de excretas foram utilizadas as bandejas das próprias gaiolas cobertas com lona, a fim de individualizar o material e evitar contaminações e perdas. As excretas coletadas foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e conservadas em freezer a -18°C. Ao final do período experimental, foram homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada (55°C por 72h) e moídas para análises posteriores.

Foram realizadas análises da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta das rações e das excretas no LNA do CCA-UFPB de acordo com as metodologias descritas por

Silva e Queiroz (2002). O cálculo do coeficiente de metabolizabilidade (CM) para a coleta total de excretas foi feito de acordo com a seguinte equação: $CM (\%) = \frac{\text{Quantidade de nutriente da ração ingerida} - \text{Quantidade de nutriente da excreta}}{\text{Quantidade de nutriente da ração}} \times 100$, de acordo com Roll et al. (2018).

Com base nos dados de consumo de ração foi determinado a ingestão de N (nitrogênio). Com os dados de excreta produzida e N das mesmas, foi calculada a excreção de N. Foi determinado também o coeficiente de metabolizabilidade de nitrogênio (CMN) e retenção de nitrogênio (RN) segundo metodologia de Matterson et al. (1965). O balanço de N foi calculado pela diferença entre o N consumido e o N excretado.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância usando o *software* R Core Team (2016) com probabilidade de 5% para aceitação ou rejeição da hipótese de nulidade. No caso de rejeição, foi utilizada análise de regressão linear ou quadrática.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a fase de um a 14 dias, a média de ITGU foi de 79,61, valor próximo ao de 81,40, considerado ideal para codornas europeias neste período (Sousa, 2013) e durante a fase de 15 a 35 dias, a média de ITGU foi de 76,75, dentro do ideal proposto por Sousa et al. (2014). Estes resultados mostram que o ambiente proporcionou conforto térmico adequado para as aves (**Tabela 4**).

Tabela 4 - Valores médios de temperatura, umidade relativa do ar e ITGU durante o período experimental.

Idade (dias)	Temperatura (°C)		UR ¹ (%)	ITGU ²
	Máxima	Mínima		
1 a 14	31,27 ± 0,69	29,10 ± 1,17	77,50	79,61
15 a 35	28,26 ± 0,73	25,40 ± 1,26	80,77	76,75
1 a 35	29,52 ± 1,71	26,90 ± 2,27	79,49	77,55

¹UR - Umidade Relativa do Ar; ²ITGU - Índice de Temperatura de Globo negro e Umidade.

Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) para as variáveis: consumo de ração, conversão alimentar e ingestão de energia no período de um a 14 dias de idade. No entanto, houve significância ($P < 0,05$) para o ganho de peso e a ingestão de proteína (IP) (**Tabela 5**).

Tabela 5. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), ingestão de energia (IE) e ingestão de proteína (IP) de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de um a 14 dias de idade.

Variáveis	Níveis de Proteína Bruta (%)					P-valor	EPM	CV (%)
	21	22	23	24	25			
1 a 14 dias de idade								
CR (g/ave/dia)	9,70	9,81	9,92	10,21	10,31	0,1842	0,20	4,42
GP (g/ave/dia) ^{1**}	5,72	5,90	6,05	6,32	6,41	0,0029	0,12	4,35
CA (g/g)	1,69	1,66	1,64	1,62	1,61	0,3278	0,03	4,19
IE (Kcal/ave/dia)	28,61	28,93	29,28	30,11	30,41	0,1846	0,58	4,43
IP (g/ave/dia) ^{1**}	2,04	2,16	2,28	2,45	2,58	<0,0001	0,05	4,54
Equações de regressão								
GP	Efeito linear crescente, GP = 1,9727 + 0,1786PB ($R^2 = 0,98$)							
IP	Efeito linear crescente, IP = - 0,8552 + 0,1372PB ($R^2 = 0,99$)							

¹Efeito linear, *($P < 0,05$); **($P < 0,01$); CV - coeficiente de variação; EPM - erro padrão da média

O resultado do consumo de ração da fase de um a 14 dias corrobora os achados e a justificativa apresentados por Freitas et al. (2006) e Veloso et al. (2012). Segundo estes autores, o ajuste do consumo de ração ocorre apenas em função dos níveis energéticos. Assim, os animais tendem a regular o consumo de ração de forma a ingerir quantidade constante de energia (LEESON et al., 1996). Também não há efeito da proteína bruta sobre o consumo de ração em codornas europeias, porque a ação da proteína sobre a ingestão não é resultado apenas da quantidade de PB fornecida na ração, mas também da sua qualidade, isto é, da concentração e do balanceamento de aminoácidos (FREITAS et al. 2006).

No presente estudo, nas rações com níveis mais baixos de PB, os aminoácidos L-lisina, DL-metionina e L-treonina foram adicionados para atender às exigências mínimas sugeridas por Silva e Costa (2009), o que pode ter contribuído para esta ausência de diferença no consumo de ração. Portanto, as codornas se alimentaram para satisfazer, primeiramente, suas exigências de energia. Assim, a ausência de diferença para o consumo de ração, bem como para a ingestão de energia, explica-se pelo fato de que as rações foram formuladas para serem isoenergéticas.

Foi observado efeito linear crescente para a variável ganho de peso ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis proteicos, onde para cada aumento de 1,0% de proteína bruta da ração, a codorna aumentou o ganho de peso diário em 0,179g, conforme a equação: $GP = 1,9727 + 0,1786PB$, com $R^2 = 0,98$ (**Figura 1**).

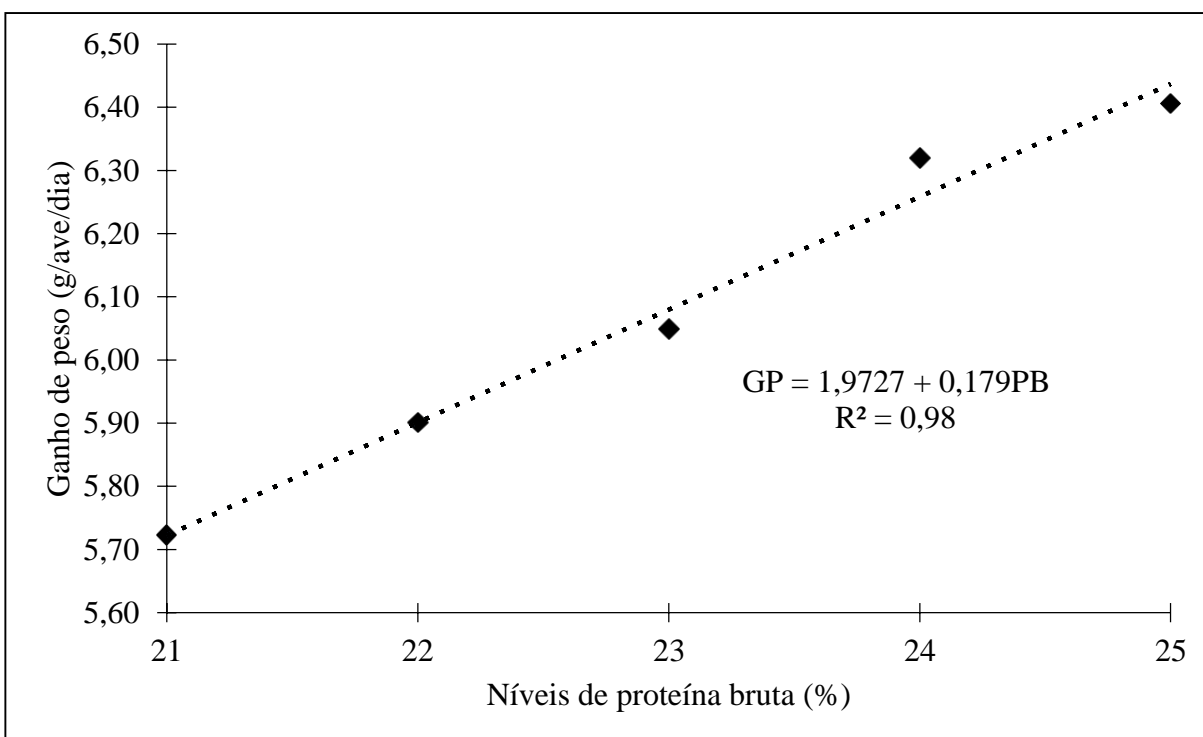


Figura 1. Ganho de peso de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta no período de um a 14 dias de idade.

Trabalhando com níveis que ultrapassaram o nível máximo de 25,0% de proteína bruta utilizado neste experimento, Corrêa et al. (2007a); Corrêa et al. (2007b); Veloso et al. (2012); Lima (2012) e Reis et al. (2014) relataram máximo ganho de peso na fase inicial de codornas de corte nos níveis de 30,1; 28,0; 26,0; 28,0 e 28,9% de PB, respectivamente. Contudo, faz-se necessário frisar que no primeiro, quarto e último estudos citados, foram relatados efeitos quadráticos.

Avaliando a redução nos níveis de PB, Silva et al. (2006) também observaram que codornas europeias, na fase inicial, apresentaram um melhor ganho de peso no nível de 28,0%, maior nível avaliado. Similarmente, Teixeira et al. (2013) observaram aumento linear no ganho de peso com o aumento dos níveis proteicos nas dietas (de 18,0 a 26,0%). Contudo, Dumont et al. (2017) não encontraram diferença significativa trabalhando com níveis que variaram de 26,0 a 34,0% de PB. Em estudo com codornas europeias, Otutumi et al. (2009) observaram melhor desempenho para codornas europeias alimentadas com 27,0% de PB, de um a 14 dias de idade.

Na fase de um a 14 dias, o ganho de peso das codornas pode chegar a cerca de oito vezes o valor do peso inicial (~9g). De acordo com Scherer et al. (2011), isto é ocasionado pela hipertrofia celular, principalmente dos músculos peitorais, do crescimento dos ossos e das vísceras, comprovando a importância do consumo de ração formulada com níveis adequados de aminoácidos, principalmente a lisina, que é fundamental para a deposição de proteína muscular.

As exigências nutricionais das codornas variam de acordo com o fator fisiológico idade, de maneira que, nas primeiras semanas de vida, a exigência de proteína e aminoácidos é maior em função do crescimento acelerado das codornas (SILVA et al., 2012). Durante este período de crescimento ocorre maior deposição de proteína e água na carcaça da codorna (GRIESER et al., 2015). Após esta idade, o ganho de peso torna-se decrescente, ocorrendo maior deposição de lipídeos e retenção de nutrientes no aparelho reprodutivo (SILVA et al., 2007).

Verifica-se no presente estudo, que o nível mais alto de proteína bruta (25,0%), proporcionou maior ganho de peso, evidenciando que estes valores podem ser substituídos por valores mais elevados para a fase de um a 14 dias, uma vez que em outros estudos o ganho de peso atinge o ponto máximo aos 26,0% de PB (VELOSO et al., 2012; TEIXEIRA et al., 2013), com redução a partir do nível de 28,0% de PB (LIMA, 2012; REIS et al., 2014). Similarmente ao que ocorre com frangos de corte, o ganho de peso em codornas de corte é limitado, seja pela quantidade de aminoácidos essenciais, em dietas com baixos níveis de proteína ou pela eficiência de utilização dos aminoácidos, em dietas com níveis proteicos acima da exigência (CORRÊA et al., 2007).

Não foi houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de proteína bruta sobre a conversão alimentar. Sendo uma variável calculada pela razão do consumo de ração e do ganho de peso, era esperado uma redução linear nos valores, uma vez que houve aumento do ganho de peso. Entretanto, a diferença no ganho de peso não foi expressiva o suficiente para proporcionar significância.

A ingestão diária de proteína na fase de um a 14 dias aumentou linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis proteicos da ração (**Figura 2**). Para cada 1,0% de aumento de PB as codornas aumentaram a ingestão proteica em 0,137g, conforme a equação: $IP = - 0,8552 + 0,1372PB$, com $R^2 = 0,99$. O aumento dos níveis de proteína da dieta eleva naturalmente a concentração de proteína em 1,0g de ração. Assim, as codornas alimentadas com os maiores níveis consumiram mais proteína.

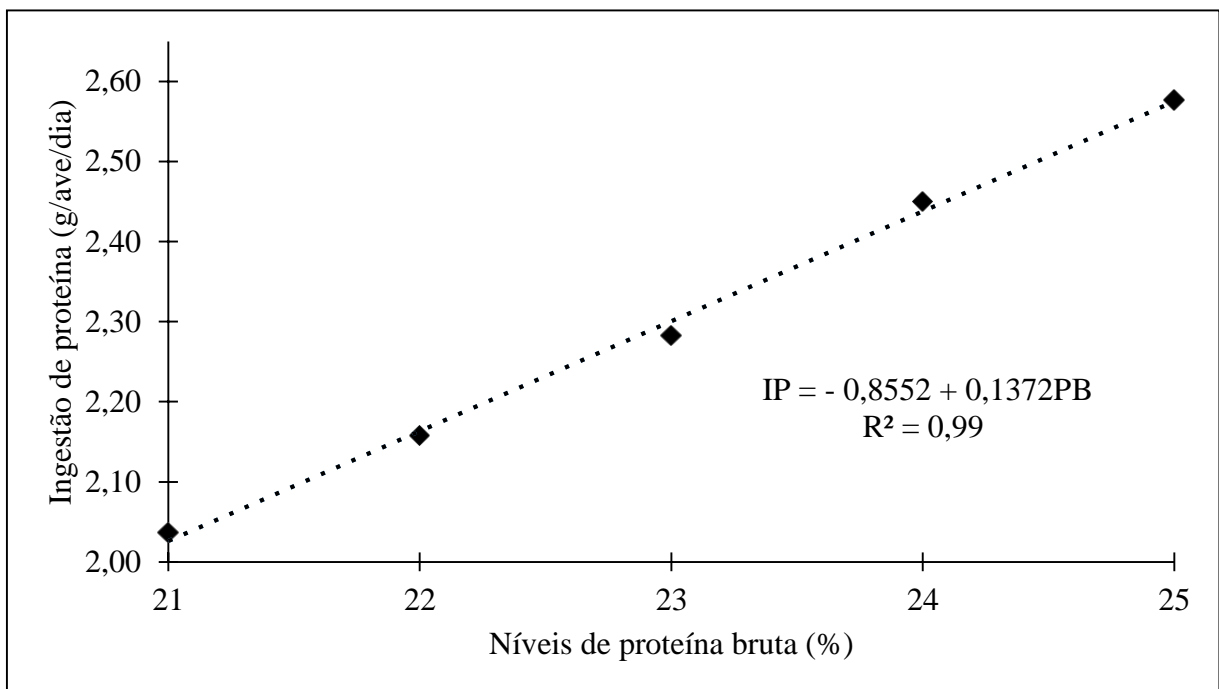


Figura 2. Ingestão de proteína de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de um a 14 dias de idade.

No período de 15 a 35 dias de idade não foi observado efeito significativo para o consumo de ração ($P>0,05$) (**Tabela 6**). Contudo, observou-se uma redução linear do ganho de peso ($P<0,05$) com o aumento dos níveis proteicos das rações, efeito contrário ao da fase anterior. Verificou-se que, para cada aumento de 1,0% de proteína bruta das rações, houve um decréscimo de 0,209g no ganho de peso diário, de acordo com a equação: $GP = 12,323 - 0,209PB$, com $R^2 = 0,93$ (**Figura 3**).

Tabela 6. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), ingestão de energia (IE) e ingestão de proteína (IP) de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de 15 a 35 dias de idade.

Variáveis	Níveis de Proteína Bruta (%)					P-valor	EPM	CV (%)
	21	22	23	24	25			
	15 a 35 dias de idade							
CR (g/ave/dia)	25,34	25,83	25,58	25,69	24,53	0,4659	0,55	4,64
GP (g/ave/dia) ^{1*}	7,90	7,66	7,66	7,34	7,02	0,0413	0,20	5,76
CA (g/g) ^{1*}	3,20	3,37	3,34	3,50	3,50	0,0358	0,07	4,22
IE (Kcal/ave/dia)	74,77	76,20	75,46	75,78	72,38	0,4664	1,63	4,64
IP (g/ave/dia) ^{1**}	5,32	5,68	5,88	6,17	6,13	0,0014	0,13	4,65
Equações de regressão								
GP	Efeito linear decrescente, $GP = 12,323 - 0,209PB$ ($R^2 = 0,93$)							
CA	Efeito linear crescente, $CA = 1,7189 + 0,0724PB$ ($R^2 = 0,85$)							
IP	Efeito linear crescente, $IP = 0,9954 + 0,2105PB$ ($R^2 = 0,91$)							

¹Efeito linear, *(P<0,05); **(P<0,01); CV - coeficiente de variação; EPM - erro padrão da média

De acordo com Silva e Costa (2009), ocorre um rápido crescimento corporal das codornas nas primeiras semanas de vida, após esse período o ganho de peso passa a ser decrescente, possivelmente por ocorrer uma mudança de deposição de proteína e água para gordura na carcaça, e pelo fato de os órgãos requererem maior quantidade de energia na dieta.

Em pesquisa com codornas europeias na fase de crescimento, Fridrich et al. (2005) constataram que a obtenção de maior peso corporal das aves está relacionada a diminuição da exigência de proteína bruta após a quarta semana de idade. Entretanto, Corrêa et al. (2007b) observaram que codornas europeias alimentadas com dietas contendo 25,7% de PB tiveram menor ganho de peso a partir dos 15 dias de idade, resultado que demonstrou diminuição das exigências de PB nesse período com relação as duas primeiras semanas.

Similarmente, Otutumi et al. (2009) estimaram ganho de peso máximo para codornas europeias alimentadas com dietas com 24,0% de PB depois dos 14 dias de idade. Em contrapartida, Saraiva et al. (2011), avaliando codornas europeias de 22 a 42 dias de idade, observaram que é possível uma redução do nível de 24,0% de PB para 19,2%, considerando-se uma correta suplementação aminoacídica, sem alterações no desempenho das aves.

Em estudo com codornas francesas no período de 15 a 42 dias de idade, Wen et al. (2016) avaliaram os efeitos da redução dos níveis de proteína dietética (25,5; 23,5; 21,5; 19,5; e 17,5%) com perfis semelhantes de aminoácidos totais sobre o desempenho do crescimento. Os autores observaram que é possível reduzir o nível de proteína bruta sem efeitos adversos sobre os parâmetros estudados. De acordo com a análise de regressão linear, 20,4% foi o valor

mínimo proteína bruta dietética para manter o aumento de peso semelhante às codornas alimentadas com dietas de 25,3% de PB de 15 a 35 dias de idade.

Esse resultado pode ser explicado pelo excesso de proteínas e aminoácidos que são desaminados e a excreção de nitrogênio na forma de ácido úrico pelas aves. O processo reflete no gasto energético da ave, portanto o excesso de aminoácidos, ou proteínas, não contribuem para melhorar o desempenho das aves (DUMONT et al., 2017). A redução observada no ganho de peso devido a um aumento no nível de proteína da dieta, de acordo com Lima et al. (2013), é devido ao excesso de aminoácidos, que pode resultar em desvios da energia para o processo de excreção, reduzindo, assim, a energia a ser utilizada para o ganho de peso.

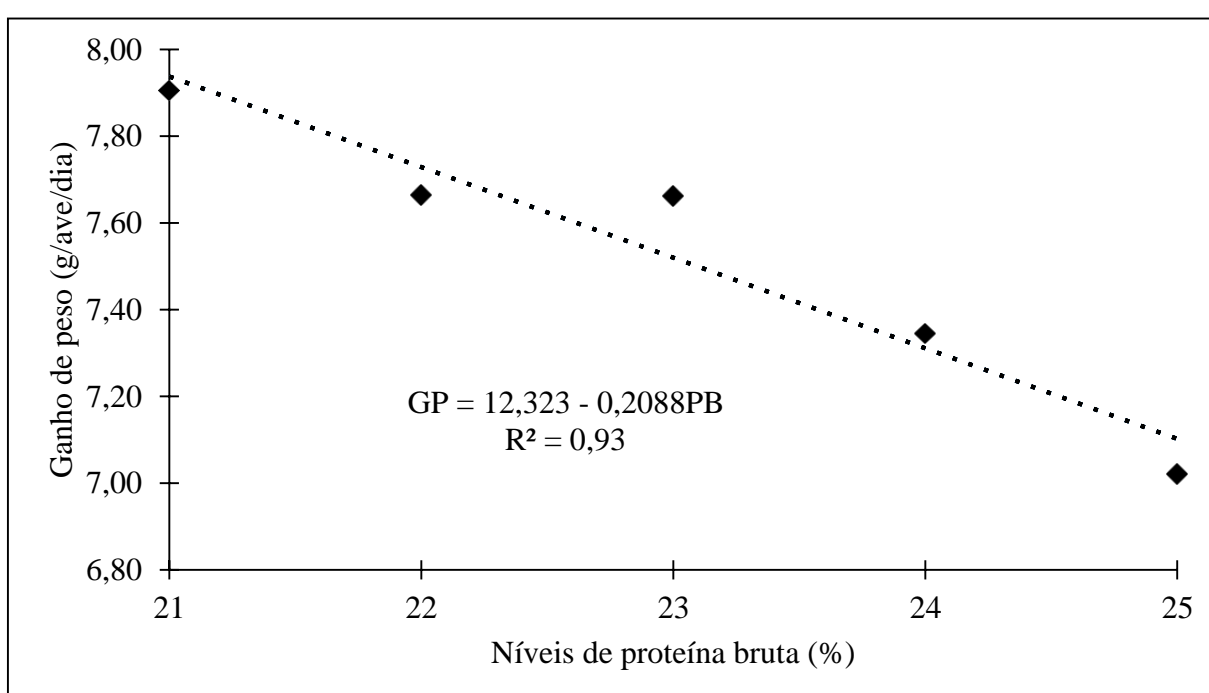


Figura 3. Ganho de peso de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de 15 a 35 dias de idade.

A conversão alimentar piorou linearmente ($P < 0,05$) na fase de 15 a 35 dias, onde para cada aumento de 1,0% de proteína bruta verificou-se aumento de 0,072 pontos na conversão (**Figura 4**), conforme a equação: $CA = 1,7189 + 0,0724PB$, com $R^2 = 0,85$. Este efeito da proteína bruta sobre a conversão alimentar ocorre porque a velocidade de crescimento, o ganho de peso e a exigência de proteína bruta, diminuem na fase de crescimento, uma vez que a conversão alimentar é a razão entre o ganho de peso e o consumo de ração (FRIDRICH et al., 2005).

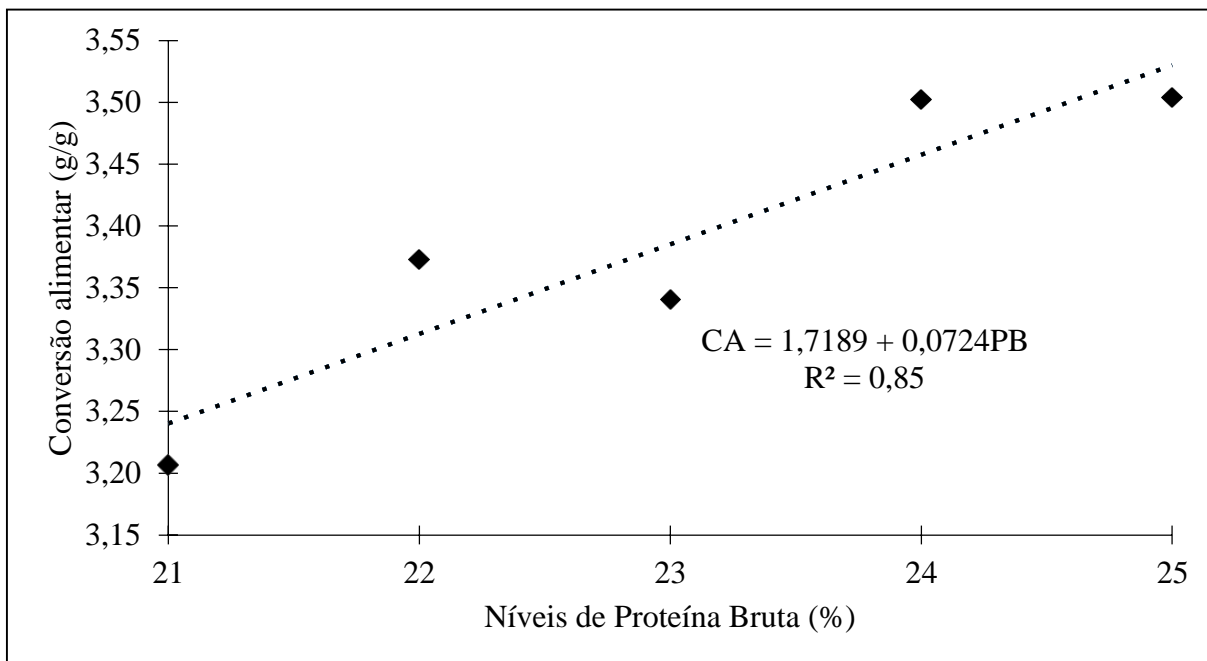


Figura 4. Conversão alimentar de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de 15 a 35 dias de idade.

Uma possível explicação para isso é que, para qualquer excesso no catabolismo da proteína bruta, mais energia é desviada pelo organismo para sintetizar o ácido úrico, resultando em uma diminuição no ganho de peso. O excesso de proteína aumenta a oxidação de aminoácidos como fonte de energia e excreção de nitrogênio, enquanto a deficiência aumenta o catabolismo de proteína e gordura tecidual da carcaça de aves (JORDÃO FILHO et al., 2012).

Para a ingestão de proteína na fase de 15 a 35 dias, verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de proteína bruta (**Figura 5**). Para cada 1,0% de aumento dos níveis de proteína da dieta, as aves aumentaram em 0,210g o consumo de proteína, de acordo com a equação de regressão: $IP = 0,9954 + 0,2105PB$, com $R^2 = 0,91$. Este fato está associado ao aumento dos níveis de proteína da dieta, que fizeram com que as codornas consumissem mais proteína por grama de ração ingerida.

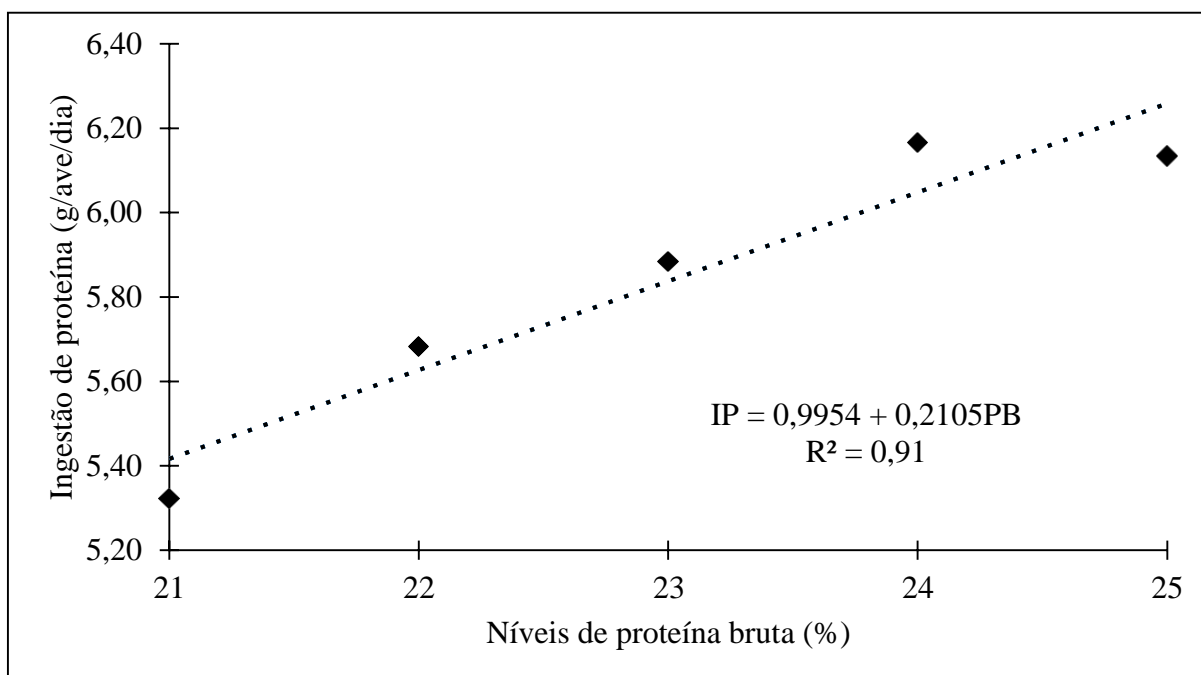


Figura 5. Ingestão de proteína de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de 15 a 35 dias de idade.

No período total de criação não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) para as variáveis de desempenho, exceto para ingestão de proteína, que aumentou linearmente a medida que os teores de PB se elevaram (**Tabela 7**). Para cada aumento de 1,0% de proteína bruta nas rações, a IP aumentou 0,173g/ave/dia, de acordo com a equação: $IP = 0,2634 + 0,1735PB$, com $R^2 = 0,96$. Este resultado foi esperado, tendo em vista que não houve diferença no consumo de ração (**Figura 6**).

Tabela 7. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), ingestão de energia (IE) e ingestão de proteína (IP) de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de um a 35 dias de idade.

Variáveis	Níveis de Proteína Bruta (%)					P-valor	EPM	CV (%)
	21	22	23	24	25			
1 a 35 dias de idade								
CR (g/ave/dia)	18,37	18,68	18,59	18,70	18,14	0,7765	0,36	4,21
GP (g/ave/dia)	6,81	6,74	6,80	6,74	6,57	0,7584	0,14	4,47
CA (g/g)	2,70	2,78	2,74	2,78	2,76	0,6761	0,04	3,21
IE (Kcal/ave/dia)	54,19	55,12	54,83	55,17	53,52	0,7773	1,08	4,22
IP (g/ave/dia) ^{1**}	3,86	4,11	4,27	4,49	4,54	0,0002	0,08	4,54
Equação de regressão								
IP	Efeito linear crescente, $IP = 0,2634 + 0,1735PB$ ($R^2 = 0,96$)							

¹Efeito linear, *($P < 0,05$); **($P < 0,01$); CV - coeficiente de variação; EPM - erro padrão da média

O nível de 21,0% encontra-se abaixo do proposto por Silva e Costa (2009), que sugerem 23,0% para a fase total de criação, e as recomendações do NRC (1994) para codornas japonesas (24,0%) e codornas “bobwhite” (26,0%). Este resultado pode apresentar um custo de produção menor, uma vez que a proteína é o nutriente mais oneroso na formulação de rações.

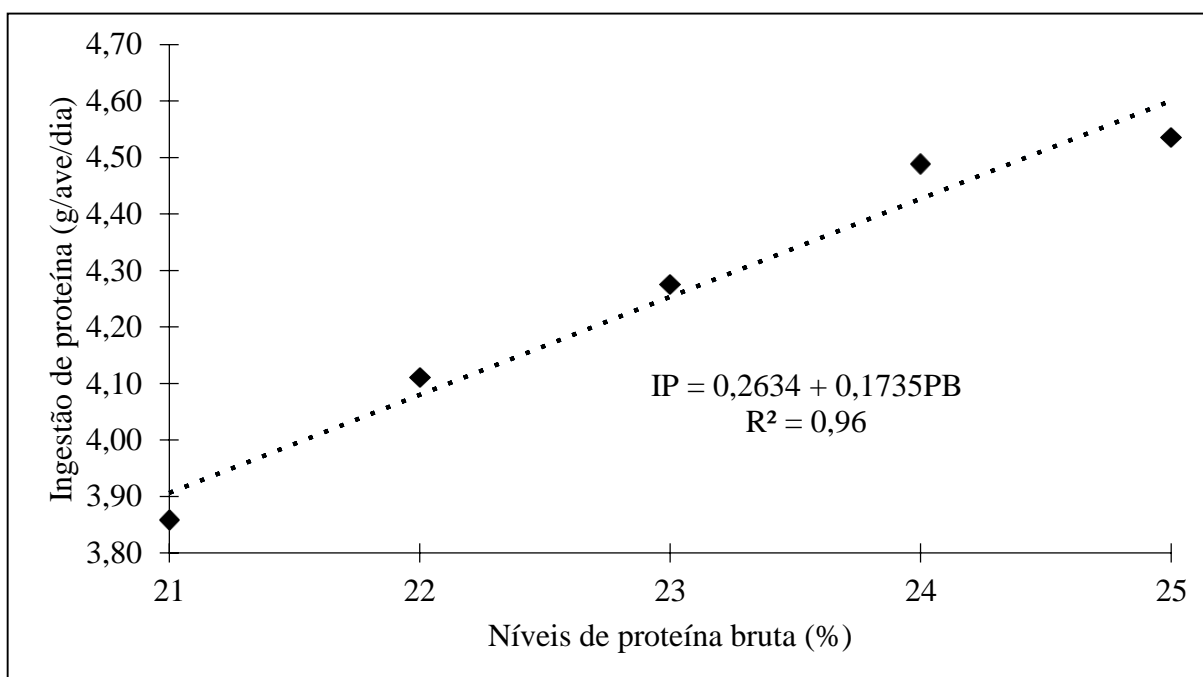


Figura 6. Ingestão de proteína de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de um a 35 dias de idade.

Freitas et al. (2006) não encontraram diferença para o desempenho avaliando níveis que variaram de 20,0 a 26,0% de PB no período de um a 42 dias de codornas europeias. Avaliando diferentes níveis de PB na dieta de codornas europeias, Teixeira et al. (2013) observaram que as aves alimentadas com 23,0% de PB apresentaram desempenho satisfatório de um a 35 dias de idade. Aparentemente, as codornas podem se beneficiar de ganhos compensatórios quando recebem uma dieta com proteína marginalmente baixa durante o período de crescimento inicial, que possa atender aos requisitos de aminoácidos limitantes com suplementação adequada (BLAKE e HASS, 2013).

Esta afirmação corrobora com Wen et al. (2016), os quais relataram que diversos aminoácidos industrializados quando usados para suplementação melhoram significativamente a taxa de crescimento em dietas para codornas europeias com baixo teor de proteína. Indubitavelmente, não é possível usar dietas de baixa proteína sem a suplementação aminoacídica, para manter o desempenho de crescimento semelhante às aves alimentadas com dietas com alta proteína (BLAKE e HESS, 2013).

Os resultados de pesos absolutos e rendimentos de carcaça, peito, pernas e vísceras comestíveis (coração, fígado e moela) estão apresentados na **Tabela 8**. Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) do nível de PB na dieta para os pesos absolutos e rendimentos de carcaça. No entanto, foi observado efeito quadrático ($P<0,05$) para a variável pernas, apresentando valores decrescentes do peso absoluto e rendimento a partir dos níveis de 23,4% e 23,6% de PB, respectivamente (**Figura 7**). No rendimento das vísceras comestíveis, foi observado efeito linear decrescente ($P<0,05$) para o fígado.

Tabela 8. Peso absoluto (g) ao abate e peso relativo (%) de carcaça, cortes nobres e vísceras comestíveis de codornas europeias aos 35 dias de idade alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta.

Variáveis	Níveis de proteína bruta (%)					P-valor	EPM	CV (%)
	21	22	23	24	25			
Peso absoluto (g)								
Peso ao abate	243,80	248,60	241,20	246,20	234,60	0,3765	5,10	4,69
Carcaça	184,25	190,58	187,67	190,79	183,62	0,3142	3,00	3,58
Peito	74,90	76,91	76,50	77,14	74,55	0,8500	2,05	6,05
Pernas ^{2*}	35,53	39,43	40,23	40,38	38,55	0,0027	0,82	4,71
Coração	2,13	2,13	2,14	2,03	2,19	0,7094	0,08	8,34
Fígado ^{1*}	5,75	5,18	4,58	4,82	4,16	0,0273	0,33	14,87
Moela	4,07	4,76	4,32	4,49	4,54	0,4438	0,26	13,17
Equações de regressão								
Pernas	Efeito quadrático, PAP = - 433,11 + 40,489PB - 0,865PB ² (R ² = 0,98)							
Fígado	Efeito linear decrescente, PAF = 13,04 - 0,354PB (R ² = 0,86)							
Peso relativo (%)						P-valor	EPM	CV (%)
Carcaça	75,60	76,72	77,83	77,61	78,30			
Peito	40,66	40,35	40,73	40,41	40,57	0,9945	0,71	3,93
Pernas ^{2*}	19,28	20,69	21,45	21,16	21,02	0,0062	0,38	4,12
Coração	0,88	0,86	0,89	0,82	0,93	0,1505	0,87	7,66
Fígado ^{1*}	2,35	2,08	1,90	1,96	1,77	0,0179	0,11	12,47
Moela	1,67	1,91	1,79	1,82	1,94	0,4052	0,10	12,72
Equações de regressão								
Pernas	Efeito quadrático, RP = - 143,64 + 13,95PB - 0,2947PB ² (R ² = 0,97)							
Fígado	Efeito linear decrescente, RF = 4,9752 - 0,1289PB (R ² = 0,86)							

¹Efeito linear, ²Efeito quadrático *($P<0,05$); CV - coeficiente de variação; EPM - erro padrão da média

Resultados semelhantes também foram observados por Corrêa et al. (2005); Vasconcelos et al. (2014) e Dumont et al. (2017). Segundo Pinheiro et al. (2015), codornas de corte não requerem mais do que 19,0% de PB na ração, no período de 28 a 42 dias de idade,

para obtenção de satisfatório rendimento de carcaça, peito e pernas, considerando que a ração seja suplementada com aminoácidos limitantes.

Em contrapartida, Cavalcante et al. (2010) avaliaram níveis de PB (16,0 a 28,0%) para codornas europeias de 22 a 42 dias, e observaram efeito quadrático da dieta sobre o rendimento de carcaça e peito, com maiores valores nos níveis de 21,8% e 17,8%, respectivamente. Ainda, observaram efeito linear decrescente para o rendimento de pernas. Os autores reportam que o excesso de proteína pode ser prejudicial à formação de massa muscular, no sentido de promover o aumento do catabolismo de aminoácidos.

Ainda que a variação no nível de proteína bruta tenha sido elevada, de 21,0 a 25,0%, a manutenção dos requerimentos nutricionais de aminoácidos essenciais como lisina, metionina e treonina, em níveis e relações que atendem à exigência das codornas pode ter colaborado para o crescimento e ganho de peso das aves, independentemente do nível proteína.

De acordo com Pinheiro et al. (2015), não se justifica o uso de altos níveis de proteínas nas rações de codornas europeias, pois, além de elevarem os custos de produção, acarreta em incremento calórico corporal desnecessário para o animal, uma vez que com o excesso de proteína, o excesso de aminoácidos presentes no organismo deverá ser catabolizado, havendo um custo energético para que este processo ocorra, explicando piores resultados em rendimento de partes com maiores níveis de proteína bruta, como foi observado para o parâmetro pernas nesta pesquisa.

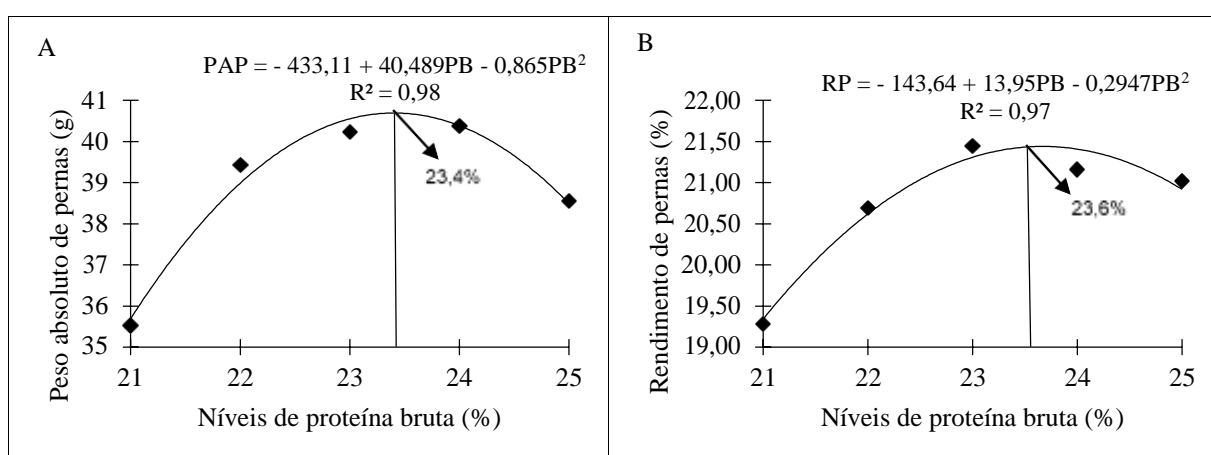


Figura 7. Peso absoluto (A) e rendimento (B) de pernas de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta aos 35 dias de idade.

Em codornas europeias, verificou-se que um nível reduzido de proteína bruta (17,5%) em contraste com um nível mais elevado (25,5%) na dieta não afetou o rendimento de carcaça, peito e pernas (WEN et al. 2016), mostrando ser possível a diminuição do nível, uma vez que

a dieta seja suplementada com aminoácidos limitantes. Segundo estes autores, se a proporção entre os aminoácidos totais nas dietas não for equilibrada, é possível que ocorra uma maior redução de aminoácidos totais nas dietas à medida que o nível de proteína bruta é reduzido, o que pode levar à diferença no rendimento da carcaça.

O fígado apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$), tanto para peso absoluto, quanto para peso relativo (**Figura 8**). Resultados semelhantes foram encontrados por Rezende et al. (2004) em estudo com codornas francesas. Em pesquisa com codornas japonesas, Flauzina (2007) também relataram diminuição do peso do fígado em codornas alimentadas com níveis crescentes de PB (18,0; 20,0; 22,0 e 24,0%).

Segundo Yuan e Austic (2001), aves alimentadas com dietas com alto teor de proteína apresentam aumento da atividade enzimática no que diz respeito à taxa de catabolismo de aminoácidos em comparação àquelas alimentadas com níveis mais baixos de proteína na dieta. Isto ocorre porque os animais são capazes de metabolizar aminoácidos quando a ingestão de alimento excede as exigências para a síntese de proteínas e outros compostos nitrogenados essenciais.

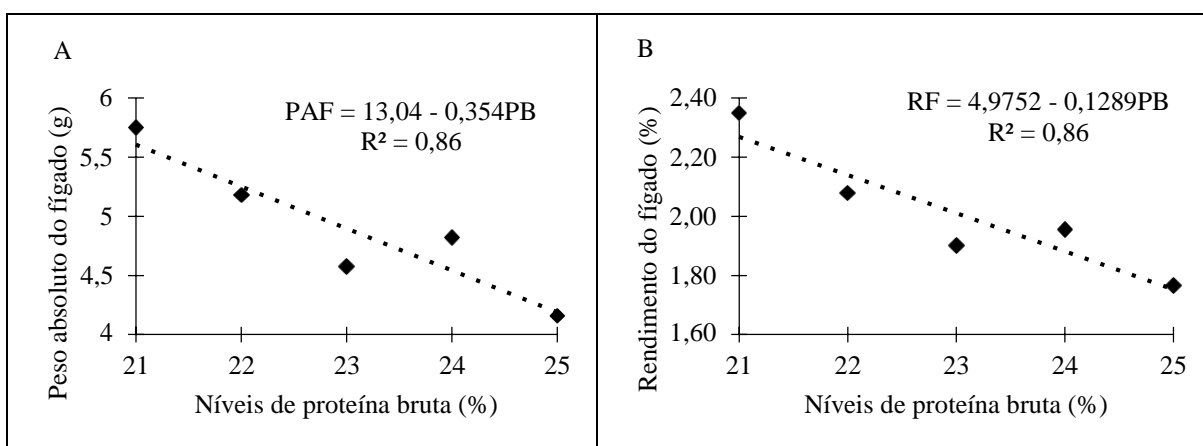


Figura 8. Peso absoluto (A) e relativo (B) do fígado de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta aos 35 dias de idade.

Este excesso de aminoácidos na corrente sanguínea é tóxico ao organismo animal, havendo, portanto, uma remoção rápida, geralmente pelo fígado, resultando no catabolismo e excreção de nitrogênio ingerido acima das necessidades corporais (NELSON e COX, 2014). De acordo com Beterchini (2012), rações com níveis proteicos elevados sobrecarregam a digestão, absorção e eliminação do nitrogênio não aproveitável, havendo sobrecarga do fígado e dos rins, uma vez que as aves não possuem bexiga e os produtos do metabolismo da proteína são armazenados nos túbulos renais (LANA, 2000).

Devido a rápida remoção de nitrogênio excedente e consequente aumento da atividade fisiológica do fígado das codornas a medida que o teor de proteína das dietas foi elevado, poderia ocorrer hipertrofia do fígado em função do aumento no metabolismo. Entretanto, também é possível ter um aumento no tamanho do fígado das aves alimentadas com dietas com níveis inferiores de proteína, pois caso houvesse uma deficiência nutricional destas aves, ocorreria uma grande mobilização dos nutrientes no organismo do animal que forçaria uma maior atividade hepática e, conseqüentemente, uma hipertrofia do fígado (FLAUZINA, 2007).

Os resultados referentes a composição química das carcaças estão apresentados na **Tabela 9**.

Devido ao baixo número de repetições, não foi possível definir um modelo estatístico que evidenciasse algum efeito do nível de PB sobre as características de composição química das carcaças. Todavia, de acordo com as médias observadas, as codornas alimentadas com a dieta com 21,0% de PB apresentaram satisfatória deposição de nutrientes, equiparando-se àquelas alimentadas com dietas contendo níveis superiores de PB.

Tabela 9. Matéria seca (MS), umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) de carcaças de codornas europeias aos 35 dias de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de proteína bruta.

Variáveis ¹	Níveis de Proteína Bruta (%)					DPM ²
	21	22	23	24	25	
MS (%)	31,82	31,12	30,78	30,80	31,70	0,49
UM (%)	68,17	68,88	69,21	69,20	68,30	0,49
PB (%)	15,63	13,48	15,23	13,98	15,37	0,95
EE (%)	12,51	13,59	11,70	12,62	12,12	0,70
MM (%)	4,68	4,71	4,64	4,96	4,37	0,21

¹Valores de PB, EE e MM baseados na porcentagem de matéria seca; ²DPM - erro padrão da média

De acordo com Muniz et al. (2016), codornas europeias alimentadas com dietas com o nível de 23,34% de PB e abatidas aos 35 dias de idade, apresentaram a seguinte composição química de carcaça: matéria seca (32,31%), umidade (67,69%), proteína bruta (16,20%) e extrato etéreo (11,53%). Em contrapartida, Castro et al. (2016), encontraram os seguintes teores para o nível de 21,73% de PB: matéria seca (32,50%), umidade (67,50%), proteína bruta (18,55%) e extrato etéreo (10,54%). Os resultados da presente pesquisa foram semelhantes a estes achados nos respectivos níveis de 23,0 e 21,0% de PB.

Este resultado está de acordo com o observado por Corrêa (2006), que não verificou efeito dos níveis de PB (22,0 a 28,0%) das rações em relação ao teor de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo nas carcaças de codornas europeias aos 42 dias de idade. Estudando a

composição de carcaça de codornas japonesas com 28 dias de idade alimentadas com dietas contendo de 18,0 a 30,0% de PB, Marks (1971) observou que não houve influência dos níveis de PB sobre a matéria seca, umidade, proteína bruta e extrato etéreo na carcaça.

Segundo Leeson (1995), a eficiência do uso da proteína ocorre em função da síntese muscular, que por sua vez é geneticamente controlada, havendo um limite diário para a deposição deste nutriente independente de sua ingestão. De acordo com Edwards (1981), as codornas são aves muito ativas e, em decorrência, o conteúdo de extrato etéreo da carcaça permanece muito baixo até à maturidade. É possível, dessa forma, que os animais mais ativos possam consumir maiores quantidades de energia, independentemente de sua origem (gorduras, carboidratos ou proteína), que são destinadas às necessidades de manutenção, crescimento e trabalho (atividade), sem que haja excesso energético que seria destinado à formação de gordura corporal.

As variáveis utilizadas para o cálculo dos resultados econômicos e os resultados da análise econômica aos 35 dias de idade, encontram-se nas **Tabelas 10 e 11**, respectivamente.

Tabela 10. Peso médio vivo (PMV), consumo médio de ração (CMR), custo da ração (CR) e custo médio de arraçamento (CMA) de codornas europeias aos 35 dias de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de PB.

Níveis de PB (%)	PVM (g)	CMR (kg/ave)	CR(R\$/kg)	CMA (R\$/ave)
21	244,0	643,0	1,41	0,906
22	249,0	654,0	1,44	0,939
23	241,0	651,0	1,46	0,952
24	246,0	655,0	1,49	0,975
25	235,0	635,0	1,52	0,963

Houve maior economia com os custos médios de arraçamento para o nível de 21,0% de PB e menor economia para o nível de 25,0% de PB. Estes resultados eram esperados, uma vez que o custo da ração se elevou em função do aumento dos níveis de PB. Este fato explica-se devido a necessidade de aumentar gradualmente a fonte proteica das rações, a fim de que os teores de proteína bruta atingissem os níveis preconizados para as dietas. No caso desta pesquisa, utilizou-se o farelo de soja, que é um ingrediente de custo elevado. Ainda, com o objetivo de corrigir a energia das dietas, uma vez que o milho teve suas quantidades reduzidas com o aumento de PB e passou a colaborar cada vez menos para atender exigência energética das codornas, houve acréscimo gradativo de óleo de soja, que também se configura como um ingrediente de alto custo.

Verificou-se uma superioridade do nível contendo 22,0% de PB para a renda bruta média, que representa o montante recebido por codorna alimentada (R\$4,97/ave) em relação à comercialização das aves alimentadas com os demais níveis, conforme apresentado na **Tabela 11**.

Tabela 11. Análise econômica dos níveis de proteína bruta em relação ao peso vivo das codornas europeias aos 35 dias de idade.

Níveis de PB (%)	RBM (R\$/ave)	MBM (R\$/ave)	MBR (%)	RM (%)	IRR (%)	IBEP (R\$)	IBER (%)
21	4,88	3,270	103,08	360,99	108,29	0,20	97,54
22	4,97	3,333	105,07	355,04	106,51	0,20	96,01
23	4,82	3,172	100,00	333,34	100,00	0,19	100,00
24	4,92	3,249	102,41	333,17	99,95	0,20	98,06
25	4,69	3,029	95,48	314,51	94,35	0,19	103,85

RBM = Renda bruta média; MBM = Margem bruta média; MBR = Margem bruta relativa; RM = Rentabilidade média; IRR = Índice relativo de rentabilidade em relação ao tratamento com 23,0% de PB; IBEP = índice bioeconômico ponderado e IBER= índice bioeconômico ponderado relativo ao tratamento com 23,0% de PB.

O cálculo da renda bruta média considera o peso vivo e o preço da codorna. Observa-se que a variação do peso vivo médio é acompanhada pelos valores de renda bruta média. A margem bruta média, que representa a diferença entre a renda bruta média e o custo médio de arraçamento e o preço da codorna europeia com um dia de idade (R\$0,70), apresentaram resultados superiores para os níveis de 21,0 (R\$3,27/ave) e 22,0% (R\$3,33/ave). Foi observado o mesmo resultado para a margem bruta relativa.

A rentabilidade média indica que o retorno obtido a partir dos custos com a ração consumida pelas aves foi superior para o nível de 21,0% de PB. Assim, para o índice relativo de rentabilidade também se observa resultado superior para o nível de 21,0% de PB em relação aos demais níveis avaliados.

O índice bioeconômico ponderado apresentou valores semelhantes para todos os níveis de PB em estudo. Contudo, o índice bioeconômico ponderado relativo mostra que as dietas com níveis de 21,0% e 22,0% de PB proporcionaram maior economia em relação àquelas de níveis mais elevados.

Para o ensaio de metabolismo, houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e da proteína bruta (CMPB) em função do aumento dos níveis de PB das dietas. Entretanto, foi observado efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) com o aumento

dos níveis de PB. Contudo, não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) para o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) (**Tabela 12**).

Para cada 1,0% de aumento do teor de PB das rações, houve decréscimo de 1,04% para CMMS (Figura 9), conforme a equação: $CMMS = 93,53 - 1,04PB$. Para CMPB, a diminuição foi de 2,26% para cada 1,0% de aumento do teor proteico das dietas, conforme a equação: $CMPB = 83,46 - 2,26PB$.

Estes resultados corroboram com Vasconcelos et al. (2011), que ao avaliarem quatro níveis de PB (15,0 a 21,0%) para frangos de corte, observaram que o aumento dos níveis reduziu a metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta. Estes resultados indicam que com a redução do teor proteico, o desperdício de nutrientes é menor, uma vez que a metabolizabilidade da matéria seca e da proteína bruta são melhoradas. Diferentemente, Dowarah e Sethi (2014) ao avaliarem codornas japonesas de um a 35 dias, não observaram efeito dos níveis de proteína (18,0 a 27,0% de PB) sobre a digestibilidade da matéria seca e do extrato etéreo.

Tabela 12. Coeficientes de metabolizabilidade (%) da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), do extrato etéreo (CMEE) e da energia bruta (CMEB) das dietas de acordo com o teor de proteína bruta da dieta.

Teor de proteína bruta (%)	CMMS^{1**}	CMPB^{1*}	CMEE^{1*}	CMEB
21	71,46	35,82	89,61	78,18
22	71,26	35,21	91,14	77,68
23	69,72	31,22	90,93	76,38
24	67,43	26,33	91,93	76,46
25	68,17	28,97	93,05	77,23
P-valor	0,0010	0,0074	0,0008	0,2011
EPM	0,65	1,81	0,47	0,61
CV (%)	1,99	12,12	1,14	1,75
Equações de regressão				
Efeito linear decrescente, $CMMS = 93,53 - 1,04PB$ ($R^2 = 0,83$)				
Efeito linear decrescente, $CMPB = 83,46 - 2,26PB$ ($R^2 = 0,78$)				
Efeito linear crescente, $CMEE = 73,71 + 0,77PB$ ($R^2 = 0,91$)				

¹Efeito linear, *($P < 0,05$); CV - coeficiente de variação; EPM - erro padrão da média

De acordo com Bezerra et al. (2013), o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca para codornas japonesas varia de 73,0 a 70,0%, valores aproximados aos observados neste experimento, sugerindo uma abertura para atuação dos nutricionistas que visam melhorar este valor e, conseqüentemente, reduzir a excreção de elementos potencialmente poluentes. De

acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa, a dieta com menor teor de PB permitiu melhor metabolizabilidade da MS e consequente redução da excreção de N.

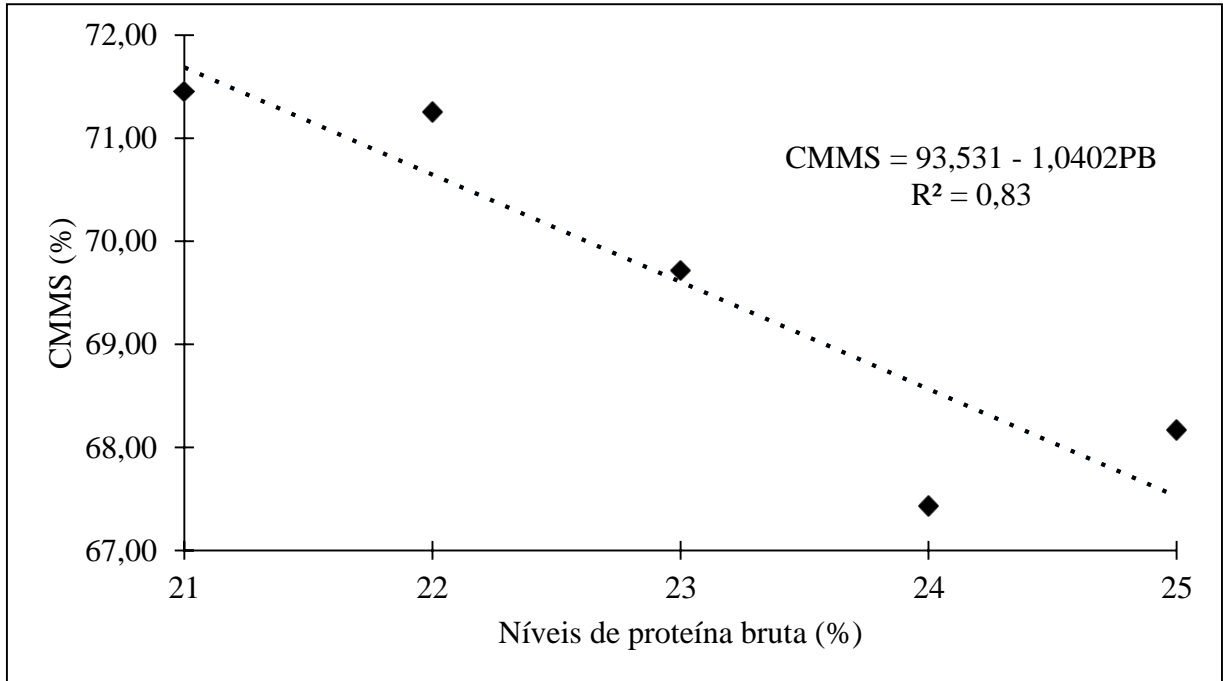


Figura 9. Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca de rações contendo diferentes níveis de proteína bruta para codornas europeias.

Para cada 1,0% de acréscimo de PB, constatou-se o aumento de 0,77% no CMEE, conforme equação: $CMEE = 73,691 + 0,767PB$, com $R^2 = 0,91$ (**Figura 10**). Para a formulação das rações foi necessário incluir 0,75% de óleo de soja de uma dieta para outra à medida que os níveis de PB se elevaram, chegando ao máximo de 5,14% de inclusão, com CMEE de 93,05%. De acordo com Roll et al. (2018), o acréscimo de 8,0% de óleo de soja em dietas para codornas europeias resultou em um coeficiente de metabolizabilidade de extrato etéreo de 93,89%, evidenciando que uma maior proporção de ácidos graxos insaturados nas rações resulta em melhor aproveitamento das mesmas. Entretanto, os autores afirmam que existe um limite para o acréscimo de óleo de soja, uma vez que é um ingrediente de custo elevado e seu excesso nas rações poderá resultar em maior deposição de tecido adiposo nas carcaças e risco de desarranjos intestinais nas aves.

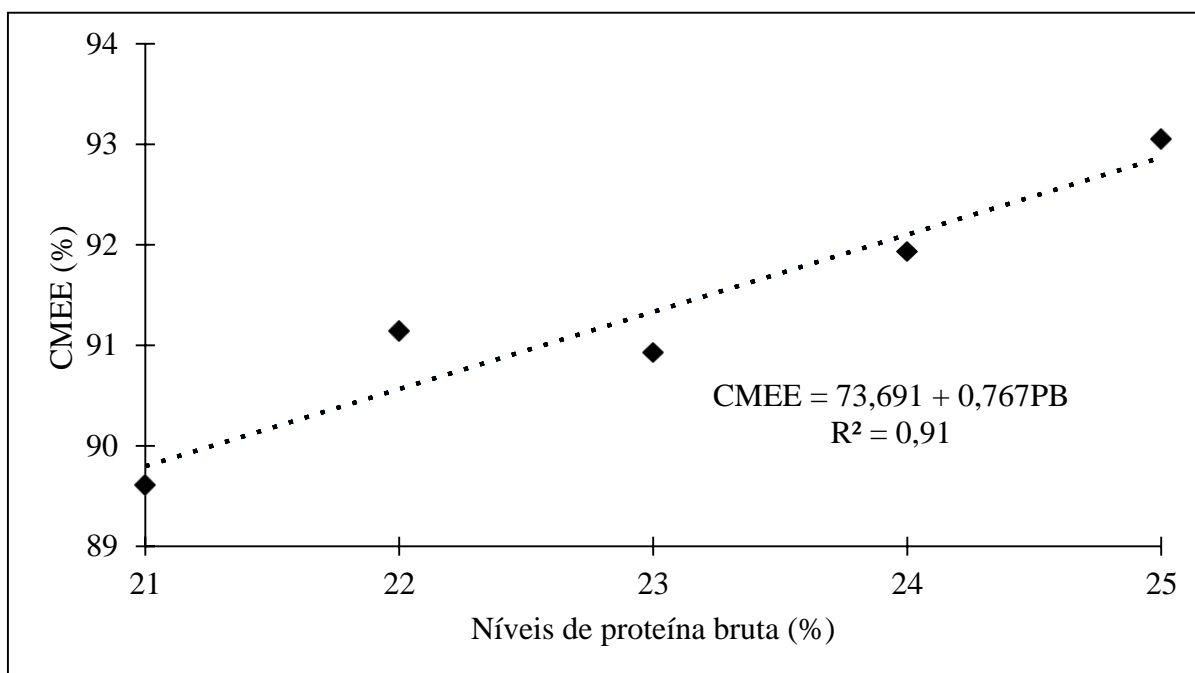


Figura 10. Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo de rações contendo diferentes níveis de proteína bruta para codornas europeias.

Os resultados referentes a ingestão de nitrogênio (IN), excreção de nitrogênio (EN), retenção de nitrogênio (RN) e coeficiente de metabolizabilidade de nitrogênio (CMN) estão apresentados na **Tabela 13**. Efeito linear crescente ($P < 0,05$) foi observado para IN, onde para cada 1,0% de aumento de PB, observou-se o acréscimo de 28,67mg/ave/dia de N ingerido, conforme a equação $IN = 167,47 + 28,672PB$, com $R^2 = 0,95$. O mesmo efeito foi observado para EN, onde para cada aumento de 1,0% de PB, houve o acréscimo de 40,8mg/ave/dia de N excretado, conforme a equação: $EN = - 365,3 + 40,8PB$, com $R^2 = 0,90$ (**Figura 11**).

Tabela 13. Ingestão de nitrogênio (IN), excreção de nitrogênio (EN), retenção de nitrogênio (RN) e coeficiente de metabolizabilidade de nitrogênio (CMN) de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta.

Variáveis	Níveis de Proteína Bruta (%)					P-valor	EPM	CV (%)
	21	22	23	24	25			
IN (mg/ave/dia) ^{1**}	759,2	811,6	832,2	845,5	886,0	0,0002	0,01	3,87
EN (mg/ave/dia) ^{1**}	487,0	526,0	573,0	649,0	629,0	0,0003	0,02	8,43
RN (mg/ave/dia)	272,0	286,0	258,8	222,3	256,5	0,0960	0,02	12,34
CMN (%) ^{1**}	35,82	35,21	31,22	26,33	28,97	0,0074	1,81	12,12
Equações de regressão								
IN	Efeito linear crescente, $IN = 167,47 + 28,672PB$ ($R^2 = 0,95$)							
EN	Efeito linear crescente, $EN = - 365,3 + 40,8PB$ ($R^2 = 0,90$)							
CMN	Efeito linear decrescente, $CMN = 83,46 - 2,2587PB$ ($R^2 = 0,78$)							

¹Efeito linear, *($P < 0,05$); **($P < 0,01$); CV - coeficiente de variação; EPM - erro padrão da média

Estes resultados para ingestão e excreção de N foram paralelos com o aumento dos níveis de proteína bruta. Desta forma, sendo a retenção de N a diferença entre o N ingerido e o N excretado, a diferença em cada nível avaliado foi semelhante, resultando na ausência de diferença para a variável retenção de N, evidenciando o possível equilíbrio dos aminoácidos essenciais das dietas utilizadas.

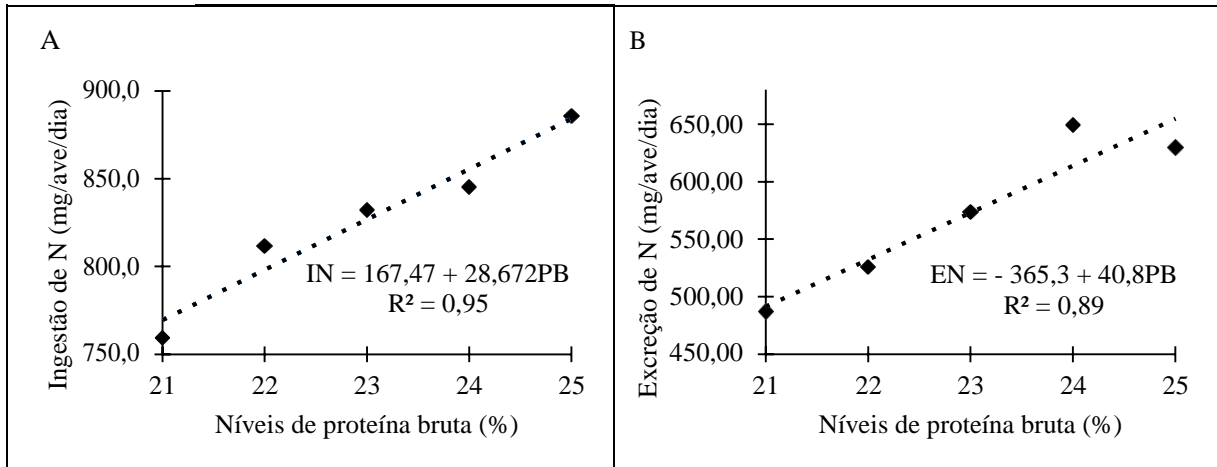


Figura 11. Ingestão de nitrogênio (A) e excreção de nitrogênio (B) de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta.

O balanço negativo de nitrogênio, ou seja, quando a perda de N é maior do que o consumo, pode ser induzida por uma dieta carente em aminoácidos essenciais (TON et al., (2013). A proteína para a qual o aminoácido essencial estiver faltando não pode ser sintetizada, e os outros aminoácidos que seriam incorporados na proteína serão metabolizados (RUTZ, 2002).

Resultados negativos do balanço de nitrogênio também podem ser explicados pela idade avançada das aves. De acordo com Castro et al. (2016) o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações de codornas europeias, intensificou a excreção nitrogenada a medida que as relações aminoacídicas foram aumentadas. Segundo estes autores, os aminoácidos sulfurosos foram catabolizados pelo organismo das aves e a fração nitrogenada excretada, o que diminuiu a eficiência na retenção de nitrogênio pela ave, favorecendo a maior deposição de gordura corporal e ao mesmo tempo menor síntese proteica para tecido magro.

Mesmo com a ausência de efeito significativo dos níveis de proteína bruta sobre a retenção de nitrogênio neste estudo, observa-se que o balanço adequado dos aminoácidos permitiu a utilização deles de forma eficiente, sem promover prejuízos ao desempenho das codornas. Jordão Filho et al. (2012) relataram que quando codornas europeias foram alimentadas com dietas contendo 19,0% de PB, o intercepto de regressão linear para retenção

de nitrogênio, resultou em uma estimativa de proteína endógena de 1,55g/ave/dia, equivalente a 248mg/ave/dia de nitrogênio, semelhante ao valor encontrado nesta pesquisa para o nível de 21,0% de PB (272mg/ave/dia).

Foi observado efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o CMN com o aumento dos níveis de proteína bruta dietética, conforme a equação: $CMN = 83,46 - 2,2587PB$, com $R^2 = 0,78$ (**Figura 12**). Os valores encontrados corroboram com Jordão Filho et al. (2012) que encontraram valor de 32,0% para esta variável. De acordo com estes autores, a eficiência do uso de proteína bruta na dieta de aves é afetada por diversos fatores, incluindo o balanço proteico.

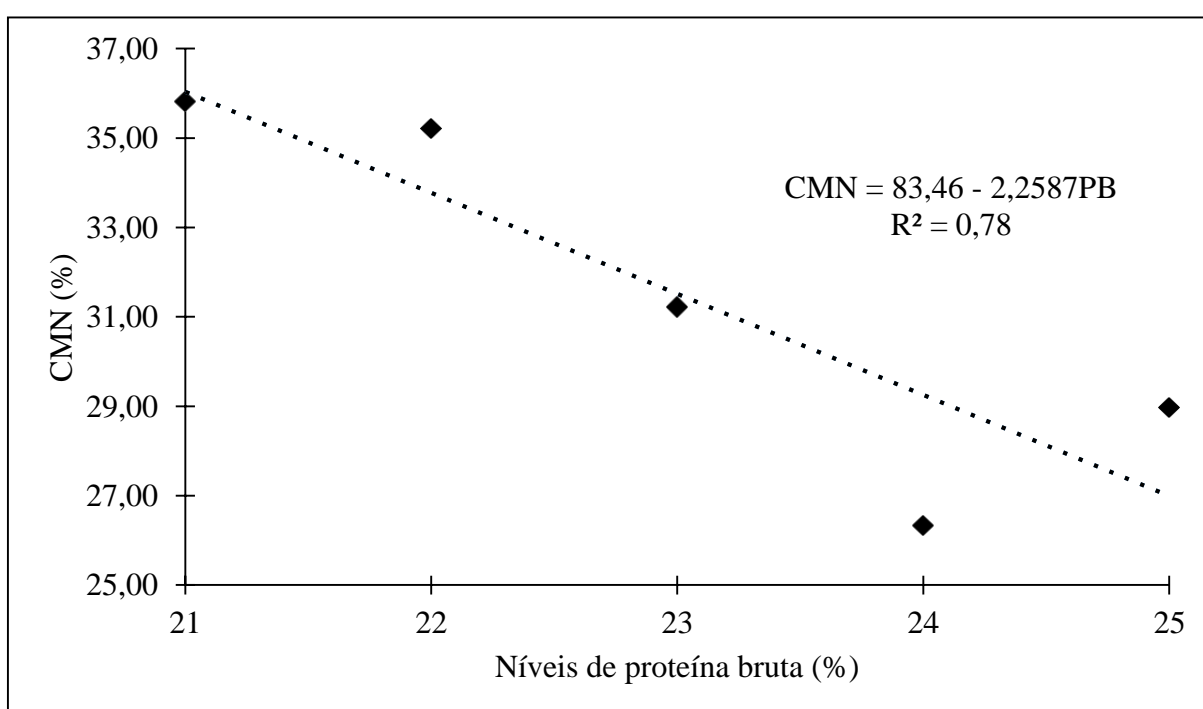


Figura 12. Coeficiente de metabolizabilidade de nitrogênio (CMN) de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta.

Nesta pesquisa observou-se que o aumento da quantidade de nitrogênio ingerido foi bastante superior à quantidade de nitrogênio retido, fazendo com que a relação N retido/ N ingerido diminuísse com o aumento dos níveis de proteína. Assim, para cada aumento de 1,0% nos níveis de proteína bruta, o CMN diminuiu em 2,26%. Isso mostra que a capacidade das aves em reter nitrogênio não segue o aumento de sua ingestão com a elevação dos níveis de proteína bruta da dieta. Todo excesso de N é excretado e o coeficiente de metabolizabilidade decresce à medida que a proteína bruta dietética se eleva.

De acordo com Vasconcelos et al. (2011), frangos de corte alimentados com teores reduzidos de PB na dieta apresentaram maior retenção e maior eficiência de utilização do nitrogênio. Segundos os autores, a menor eficiência das dietas de alta proteína, provavelmente, está relacionada ao excesso de N a ser eliminado.

As codornas alimentadas com o nível de 21,0% retiveram tanto nitrogênio quanto às aquelas alimentadas com 25,0% de PB e apresentaram melhor eficiência na utilização do nitrogênio. Os resultados desta pesquisa sugerem uma considerável redução na eliminação de nitrogênio e também aumento da eficiência de utilização do nitrogênio quando se utilizaram dietas com menores níveis de proteína, resultando em uma importante informação para diminuir o poder poluente de dejetos da produção de codornas.

3.4. CONCLUSÃO

Recomenda-se rações com 21,0% de proteína bruta para codornas europeias (*Coturnix coturnix*) de um a 35 dias de idade, caso sejam atendidos os requisitos dos primeiros aminoácidos limitantes.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, R.M. et al. Níveis de cloro para codornas japonesas em crescimento e seus efeitos na fase de produção. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.2, p.853-862, 2013.
- BLAKE, J.; HESS, J. Changes in protein level for bobwhite quail. **Journal Applied Poultry Research**, v.22, p.511–515, 2013.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black globehumidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v.24, p.711-714, 1981.
- CASTRO, M.R. et al. Relações metionina + cistina: lisina digestíveis para codornas de corte machos em fase de terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.17, n.2, p.162-173, 2016.
- CAVALCANTE, D.T. et al. Características de carcaça de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis protéicos. **Revista Científica de Produção Animal**, v.12, n.1, p.53-55, 2010.
- CORRÊA, G.S.S. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas européias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.266-271, 2005.
- CORRÊA, G.S.S. et al. Exigências de proteína bruta e energia metabolizável em codornas de corte durante a fase de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.488-494, 2007b.
- CORRÊA, G.S.S. et al. Exigências em proteína bruta para codornas de corte EV1 em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1278-1286, 2007a.
- CORRÊA, G.S.S. et al. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.
- CORRÊA, G.S.S. **Exigências nutricionais de diferentes grupos genéticos de codornas de corte**. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006. 175p. Tese (Doutorado em Ciência animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.
- DOWARAH, R.; SETHI, A. P. S. Various dietary levels of protein and energy interaction on growth performance of White Plumage Japanese quails. **Veterinary World**, v.7, p.398-402, 2014.
- DUMONT, M.A. et al. Crude protein in diets of european quails. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.18, p.1-12, 2017.
- EDWARDS Jr., H. M. Carcass composition studies. 3. Influences of age, sex and calorieprotein content of the diet on carcass composition of Japanese quail. **Poultry Science**, v.60, p.2506-2512, 1981.

FLAUZINA, L. P. **Desempenho produtivo e biometria de vísceras de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta**. 2007. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

FREITAS, A.C. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1705-1710, 2006.

FRIDRICH, A.B. et al. Exigência de proteína bruta para codornas europeias no período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.57, n.2, p.261-265, 2005.

GRIESER, D.O. et al. Estudo do crescimento e composição corporal de linhagens de codornas de corte e postura. **Acta Tecnológica**. v.10, n.2, 2015.

JORDÃO FILHO, J. et al. Requirement for maintenance and gain of crude protein for two genotypes of growing quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.9, p.2048-2054, 2012.

LANA, G. R. Q. **Avicultura**. Recife: Editora Rural, 2000.

LEESON, S. et al. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. **Poultry Science**, v.75, p.522-528, 1996.

LEESON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, p.11-18, 1995.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Commercial poultry nutrition. 3.ed. **Guelph: University Books**, 413 p. 2005.

LIMA, M.R. Impact of the feed metabolizable energy on protein and amino acids demand of Japanese quails. **Global Journal of Animal Scientific Research**. 1(1): 8-19. 2013.

LIMA, R.C. **Determinação da relação energia metabolizável:proteína bruta na alimentação de codornas japonesas e europeias**. 2012. 163f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

MARKS, H.L. Evaluation of growth selected quails lines under diferente nutritional environments. **Poultry Science**, v. 50, p.1753-1761, 1971.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. **The metabolizable of feeds ingredient for chickens**. Storrs: University of Connecticut – Agricultural Experiment Station. p.11. 1965.

MOURA, A.M.A. Conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, p.31-34, 2004.

MUNIZ, J.C.L. 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 requeriments of poultry**. 9. ed. Washington, D.C.: National, Academic Press. 155p. 1994.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OTUTUMI, L.K. et al. Efeito do probiótico sobre o desempenho, rendimento de carcaça e exigências de proteína bruta de codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 38(2):299-306, 2009.

PINHEIRO, S.R.F. 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. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.2, p.292-297, 2015.

R CORE TEAM (2016). **R: A language and environment for statistical computing**. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria.

REIS, R.S. et al. Proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte de um a 14 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.903-910, 2014.

REZENDE, M.J.M. et al. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.3, p.353-358, 2004.

ROLL, A.A.P. et al. Desempenho e metabolizabilidade de dietas em codornas alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.4, p.1282-1292, 2018.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ed., Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017, 488p.

RUTZ, F. Metabolismo intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Eds.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

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

SARAIVA, E.P. et al. Redução da proteína bruta e perfil aminoacídico em dietas de codornas européias de 22 a 42 dias criadas em ambiente termoneutro. **Revista Científica de Produção Animal**, v.13, n.1, p.13-17, 2011.

SCHERER, C. et al. Exigência de energia metabolizável de codorna de corte no período de 1 a 14 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2496-2501, 2011.

SHRIVASTAV, A. K.; PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. **World's Poultry Science Journal**, v.55, n.3, p.73- 81, 1999.

SIBBALD, J. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, Champaign, v.42, n.2, p.313-325, 1963.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A. C. de **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p. il.

SILVA, E.L. et al. Efeito do plano de nutrição sobre o rendimento de carcaça de codornas tipo carne. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.514-522, 2007.

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

SILVA, J.D.T. et al. Rendimento de carcaça e qualidade de carne de codornas machos para postura, **Nucleus Animalium**. v.4, n.2, p.102-112, 2012.

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

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

SOUSA, M.S. **Determinação das faixas de conforto térmico para codornas de corte de diferentes idades**. 2013. 76f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUSA, M.S. et al. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.2, p.350-360, 2014.

TEIXEIRA, B.B. et al. Desempenho de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.524-529, 2013.

TON, A.P.S. et al. Exigência de treonina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.505-512, 2013.

VASCONCELLOS, C.H.F. et al. Efeitos da redução da proteína dietética sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.662-667, 2012.

VASCONCELOS, C.G.F. et al. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.659-669, 2011.

VASCONCELOS, R.N. 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. 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.

WEN, Z. G. et al. Effects of low-protein diets on growth performance and carcass yields of growing French meat quails (*Coturnix coturnix*). **Poultry Science**. 0:1-6, 2016.

YUAN, J.H.; AUSTIC, R.E. The effect of dietary protein level on threonine dehydrogenase activity in chickens. **Poultry Science**, v.80, p.1353-1356, 2001.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "*Níveis de proteína bruta para codornas de corte*", registrada com o nº 57/2018, sob a responsabilidade da pesquisadora **Profa. Dra. Sandra Roseli Valério Lana**, que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), **para fins de pesquisa científica**, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas (CEUA/UFAL), em reunião de 27 de julho de 2018.

Vigência da autorização	30.09.2018 a 04.11.2018
Espécie/linhagem/raça	Ave / Codorna
Nº de animais	250
Peso/idade	10 g / 01 dia
Sexo	125 machos e 125 fêmeas
Origem/Local de manutenção	Granja Fujikura – Suzano – SP / Aviário – Setor de Coturnicultura – CECA/UFAL
Colaboradores	Geraldo R. Quintão Lana e Wilson Araújo da Silva

Macció, 31 de julho de 2018.

Elvan Nascimento dos Santos Filho
Coordenador da CEUA
SIAPE 1756479