



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

EVERTON JOSE DO NASCIMENTO OLIVEIRA

**MODELOS DE PREDIÇÃO DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CODORNAS
JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO**

ARAGUAÍNA

2020

EVERTON JOSE DO NASCIMENTO OLIVEIRA

**MODELOS DE PREDIÇÃO DE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE CODORNAS
JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor,
junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência
Animal Tropical da Universidade Federal de Tocantins.**

Área de Concentração: Produção Animal

**Orientador: Prof. Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira
Coorientador(a): Profa. Dra. Kênia Ferreira Rodrigues**

**ARAGUAÍNA
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

O48m Oliveira, Everton José do Nascimento.
MODELOS DE PREDIÇÃO DE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE
CODORNAS JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO. /
Everton José do Nascimento Oliveira. – Araguaína, TO, 2020.
80 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em
Ciência Animal Tropical, 2020.
Orientador: Danilo Vargas Gonçalves Vieira
Coorientadora : Kênia Ferreira Rodrigues

1. Metodologia Fatorial. 2. Energia Metabolizável . 3. Proteína
Bruta. 4. Equações de Predição. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde
que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime
estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica
da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

EVERTON JOSE DO NASCIMENTO OLIVEIRA

MODELOS DE PREDIÇÃO DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CODORNAS
JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal de Tocantins em 28 de dezembro de 2020, sendo avaliada para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data da aprovação: 28/12/2020

Prof. Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira
Orientador (UFT)

Prof. Dr. Gerson Fausto da Silva
Examinador (UFT)

Profa. Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz
Examinadora (UFT)

Profa. Dra. Marilú Santos Sousa
Examinadora (UFT)

Prof. Dr. Danilo Teixeira Cavalcante
Examinador da Universidade Federal do
Agreste de Pernambuco (UFAPE)

Dedico a Deus, criador dos céus e da terra que com sua infinita sabedoria e imensa misericórdia me ajudou a trilhar essa jornada através da pessoa do seu Espírito Santo.

Aos meus pais (José e Ângela), que sempre me apoiaram nos meus estudos, a minha esposa (Bruna) e filhos (Ester e Paulo) e toda família pela paciência e confiança.

Obrigado por sempre estarem ao meu lado, independente dos momentos bons ou ruins.

Vocês são benção na minha vida.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao *Deus todo poderoso, o mesmo ontem, hoje e eternamente*, aquele que permite que todas as coisas aconteçam, pois tudo está no seu controle. O meu grande amigo Espírito Santo sempre esteve ao meu lado. Obrigado meu Deus. Aquele que começou a boa obra, vai completar. *Filipenses 1:6*.

Agradeço aos *meus pais e irmão*, que sempre me incentivaram, entenderam as minhas faltas e momentos de afastamento e reclusão e me mostraram o quanto era importante estudar. Obrigado pelos conselhos e apoio.

Agradeço a *minha esposa*, e meus filhos Ester e Paulo companheiros fieis e parceiros em todas as horas, por toda compreensão, carinho, paciência e incentivo, me ajudando a ser firme, persistente em busca desta realização.

Ao *meu avô e avó*, Alfeu e Nadir (In memórian), pelos ensinamentos, cuidado e afeto que sempre recebi. Pessoas de fibra, guerreiros e vencedores. Saudades.

A *Universidade Federal do Tocantins*, Escola de Medicina Veterinária e ao *Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical*, pela oportunidade da realização do Doutorado em Ciência Animal Tropical. A todos os professores que fazem parte do programa, pelos ensinamentos tanto da disciplina, como da vida.

Ao *Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)*, pela confiança e oportunidade de qualificação do seu corpo docente.

Ao meu *orientador Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira*, pela confiança, amizade, paciência e pelos conselhos sempre oportunos. Agradeço muito a Deus pela sua vida.

A minha *professora Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz*, uma professora que nos trata como filhos.

A minha outra *coorientadora professora Dra. Kênia Ferreira Rodrigues*, sempre presente e incentivadora.

Ao *professor Dr. Gerson Fausto*, uma pessoa iluminada, companheira e exemplo de profissional.

Aos *professores Marilú Sousa e Danilo Cavalcante*, pelo exemplo de pessoa e profissional, que amam o que fazem em prol da Zootecnia.

Aos *professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical* da Universidade Federal do Tocantins.

Aos *meus grandes amigos do Grupo de Estudos e Pesquisa em Avicultura (GEPA) e NEPANAC*, vocês foram fundamentais para conclusão desse

experimento: Carol, Alêane, Venucia, Edelson, Ecione, Herica, Latoya, Thalita, Ranny, Mayara, Cássio, Jossiel, Kaynan. Vocês são pessoas nota dez.

Aos amados irmãos em Cristo da Comunidade Odres Novos de Araguaína na pessoa do Pastor Waldemir e Irmã Neti.

As empresas Terrafos e Vicami pelo fornecimento de matéria prima e parte dos animais para realização do experimento.

Aos funcionários da UFT, em especial ao Jeekyson, secretário da pós, pela sua boa vontade e gentileza em ajudar sempre que precisamos. Aos técnicos amigos do Laboratório de Ciência Animal, Adriano e Josimar, pelos ensinamentos, amizade, disponibilidade do laboratório e dedicação a cada análise.

Muito obrigado a todos!!!

“Quando olhamos para os problemas e percebemos a nossa falta de capacidade, ficamos ansiosos e com medo. Mais quando olhamos para os problemas e nos lembramos da capacidade de Deus, aumentamos a fé e não entramos em desespero.”

Pastor Antônio Junior

RESUMO

O referido trabalho foi realizado no Setor de coturnicultura da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Araguaína com objetivo de determinar as exigências de energia e de proteína para codornas japonesas através do método fatorial de estimativa das predições nutricionais separando os componentes de manutenção, ganho e produção para as fases inicial e de crescimento. A tese foi distribuída em quatro capítulos: Referencial teórico (1). Exigências de Energia através de modelos matemáticos para manutenção e ganho de peso de codornas japonesas de 01 a 35 dias de idade (2). Exigências de proteína bruta através de modelos matemáticos para manutenção e ganho de peso de codornas japonesas de 01 a 35 dias de idade (3) e Considerações Finais (4). A fase inicial foi de 01 a 15 e a de crescimento de 15 a 35 dias de idade com as estimativas de manutenção sendo determinadas em sistemas de criação tipo gaiolas em ambiente natural, com temperatura média de 24,05 °C, utilizando-se da metodologia de abate comparativo, por intermédio de ensaio de alimentação para ambas as fases. Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso com quatro tratamentos (ad libitum, 75, 50 e 25% do consumo ad libitum), seis repetições e dez aves por gaiola. As exigências de manutenção foram estimadas pelo intercepto da reta com o eixo X, considerando as retenções em função dos consumos de energia e/ou proteína respectivamente. Já para as estimativas de exigências de ganho de peso, um grupo de 75 aves na fase inicial e 40 para a fase de crescimento foram criados no piso coberto de maravalha paralelamente as aves de manutenção, alimentados à vontade e alojados em temperatura ambiental de 24,05 °C e abatidos 15 aves aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias de idade e 10 aves aos 20, 25, 30 e 35 dias respectivamente para as fases inicial e crescimento. As equações de predição para estimar as exigências de manutenção e ganho de peso em energia e proteína das codornas japonesas no período de 01 a 15 e 15 a 35 dias de idade foram respectivamente: $EMA (1-15d) = (54,96 \times P^{0,67}) + (8,30 \times GP)$ e $EMA (15-35d) = (92,11 \times P^{0,67}) + (8,91 \times GP)$ e $PB (1-15d) = (2,095 \times P^{0,67}) + (0,851 \times GP)$ e $PB (15-35d) = (6,30 \times P^{0,67}) + (0,894 \times GP)$, em que, EMA é a exigência de energia metabolizável aparente, PB é a exigência de proteína bruta, GP é o ganho de peso (g/ave/d) e P é o peso corporal (kg).

Palavras-chave: abate comparativo; metodologia fatorial; energia metabolizável; proteína bruta; equações de predição; exigência de ganho; exigência de manutenção.

ABSTRACT

This work was carried out in the Coturniculture Sector of the Federal University of Tocantins - Campus de Araguaína with the objective of determining the energy and protein requirements for Japanese quails through the factorial method of estimating nutritional predictions separating the components of maintenance, gain and production for the initial and growth phases. The thesis was distributed in three chapters: Theoretical framework (1). Energy requirements through mathematical models for maintenance and weight gain of Japanese quails from 01 to 35 days old (2). Crude protein requirements through mathematical models for maintenance and weight gain of Japanese quails from 01 to 35 days old (3). The initial phase was from 01 to 15 and the growth from 15 to 35 days of age with maintenance estimates being determined in cage-type rearing systems in a natural environment, with an average temperature of 24.05°C, using the methodology comparative slaughter, by means of feeding test for both phases. A completely randomized design was used with four treatments (ad libitum, 75, 50 and 25% of ad libitum consumption), six replicates and ten birds per cage. The maintenance requirements were estimated by the intercept of the line with the X axis, considering the retentions as a function of energy and/or protein consumption, respectively. As for the estimates of weight gain requirements, a group of 75 birds in the initial phase and 40 for the growth phase were created on the shavings covered floor alongside the maintenance birds, fed at will and housed at an ambient temperature of 24, 05°C and 15 birds slaughtered at 3, 6, 9, 12 and 15 days of age and 10 birds at 20, 25, 30 and 35 days respectively for the initial and growing phases. The prediction equations to estimate the requirements for maintenance and weight gain in energy and protein of Japanese quails in the period from 01 to 15 and 15 to 35 days of age were respectively: $AME (1-15d) = (54.96 \times W^{0.67}) + (8.30 \times WG)$ and $AME (15-35d) = (92.11 \times W^{0.67}) + (8.91 \times WG)$ and $CP (1-15d) = (2.095 \times W^{0.67}) + (0.851 \times WG)$ and $CP (15-35d) = (6.30 \times W^{0.67}) + (0.894 \times WG)$, where AME is the apparent metabolizable energy requirement, CP is the crude protein requirement, WG is the weight gain (g/bird/d) and W is the body weight (kg).

Keywords: comparative slaughter; factorial methodology; metabolizable energy; crude protein; prediction equations; gain requirement; maintenance requirement.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 – Exigência de Energia de Manutenção de matrizes pesadas em função de criação em diferentes temperaturas ambientes.....20

Tabela 2 - Resultados de Energia e Proteína segundo diversos autores para exigência de manutenção e ganho em aves.....29

Capítulo 2

Table 1. Chemical composition and percentage of experimental diets.....51

Table 2. Fasting carcass weight (FCW - g/quail), Metabolizable energy consumption (MEC - kcal/quail/day), Gross carcass energy (GC - kcal/dry matter), Gross body energy (GBc - kcal/g), Retained energy (ER - kcal/g/day) and Heat production (HP - kcal/day) of Japanese quails according to age, feed supply levels (FSL - %), reference slaughter (RS).....55

Capítulo 3

Table 1. Chemical composition and percentage of experimental diets.....70

Table 2. Fasting carcass weight (FCW - g/quail), feed intake (FI - g/quail/day), crude protein consumption (CPcon - g/quail/day), protein carcass (Pc - %/dry matter), protein body (Pb - g/g), retained protein (Pret - g/g/day) of Japanese quails according to age, feed supply levels (FSL - %), reference slaughter (RS).....72

Table 3. Fasting carcass weight (FCW - g/quail), aill/day), protein carcass (Pc - %/dry matter) and protein body (Pb - g/g) of Japanese quails according to age.....75

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Resposta do animal a adição de um nutriente limitante na ração.....27

Capítulo 2

Figure 1. Relationship between energy retention in the carcass and metabolizable energy consumption of quails Japanese from 01 to 35 days age.....54

Figure 2. Relationship between heat production and metabolizable energy consumption of quails Japanese from 01 to 35 days age.....56

Figure 3. Relationship between gross body energy retained in the carcass over time as a function of fasting carcass weight of quails Japanese from 01 to 15 days age.....58

Figure 4. Relationship between energy retained in the carcass over time as a function of fasting carcass weight of quails Japanese from 15 to 35 days age.....59

Capítulo 3

Figure 1. Relationship between protein retention (Pret) in the carcass and crude protein consumption (CPcon) of quails Japanese from 01 to 15 (■) and 15 to 35 (▲) days age.....73

Figure 2. Relationship between protein body (Pb) retained in the carcass over time as a function of fasting carcass weight (FCW) of quails Japanese from 01 to 15 days age.....75

Figure 3. Relationship between protein body (Pb) retained in the carcass over time as a function of fasting carcass weight (FCW) of quails Japanese from 15 to 35 days age.....76

SUMÁRIO

CAPITULO 1: REVISÃO DE LITERATURA	13
1.1 Introdução.....	13
1.2 Histórico da Criação de Codornas Japonesas no Brasil.....	15
1.3 Funções da Proteína e Energia no Metabolismo de Aves.....	16
1.4 Fatores que interferem na Exigência Nutricional de Aves.....	18
1.5 Nutrição das aves vs Temperatura ambiente.....	20
1.6 Métodos para Determinar as Exigências em Aves	26
1.7 Determinação do Peso Metabólico ($P^{0,67}$).....	30
1.8 Métodos para Determinar as Exigências para Manutenção (Proteína e Energia)	31
1.9 Métodos para Determinar as Exigências par Ganho (Proteína e Energia)	32
2.0 Referências.....	33
CAPITULO 2: MATHEMATICAL MODELS TO PREDICT THE ENERGY REQUIREMENTS OF JAPANESE QUAILS FROM 01-35 DAYS AGE	45
ABSTRACT.....	47
INTRODUCTION.....	48
MATERIALS AND METHODS.....	50
RESULTS AND DISCUSSION.....	53
CONCLUSION AND SUGGESTIONS.....	60
REFERENCES.....	60
CAPITULO 3: MATHEMATICAL MODELS TO PREDICT JAPANESE QUAIL CRUDE PROTEIN REQUIREMENTS FROM 01 TO 35 DAYS OLD	63
ABSTRACT.....	65
INTRODUCTION.....	66
MATERIALS AND METHODS.....	68
RESULTS AND DISCUSSION.....	71
FINAL CONSIDERATIONS.....	76
REFERENCES.....	77
CAPITULO 4: CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
ANEXOS	81

CAPITULO 1: REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Introdução

A produção de codornas apresenta diversas finalidades zootécnicas (caça, carne, ornamentação e ovos) já é realidade em nível mundial. Países como Espanha, França, China e Estados Unidos se destacam pela produção de carne, no entanto, quando a criação é voltada para produção de ovos, a China, Japão e Brasil são destaques (BERTECHINE, 2010).

A codorna teve origem no norte da África, na Europa e na Ásia. As mesmas pertencem à ordem dos Galináceos, família dos Fasianídeos, da subfamília dos Perdicionidae e do gênero *Coturnix*, sendo, portanto, da mesma família das galinhas e perdizes (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2019 que foram publicados em 2020, relatam que o quantitativo nacional de codornas, cresceu tanto no efetivo (17,4 milhões de aves) quanto na produção de ovos de codorna (315,6 milhões de dúzias), o que representou um aumento de (3,4% e 5,9%, respectivamente).

Os maiores rebanhos estão concentrados na região sudeste país, com destaque para os estados de São Paulo (23,8% das aves e 23,6% dos ovos), Espírito Santo (22,4% das aves e 25,9% dos ovos) e Minas Gerais (16,1% das aves e 16,6% dos ovos).

As codornas, sejam as destinadas à postura ou para corte, apresentam maturidade precoce que está relacionada à taxa de crescimento, e ainda, ao tamanho dos animais (ARANGO; VAN VLECK, 2002; THOLON et al., 2009), sendo assim, animais menores apresentam taxas de crescimento maiores e idade menores à maturidade, ou seja, os modelos que descrevem curvas de crescimento validam a premissa de que cada espécie/linhagens, categoria animal têm exigências nutricionais diferentes.

Parte dos requerimentos de manutenção (poedeiras comerciais e codornas) está diretamente ligado à precocidade, tamanho do trato gástrico intestinal (TGI), empenamento e o desenvolvimento do aparelho reprodutor e, parte das exigências de ganho está relacionada ao peso dos ovos (dentro da mesma espécie), taxa de postura, e ainda, taxa de deposição de músculo (maturidade) (ALBINO et al., 1994; SILVA et al., 2004a).

Essas particularidades justificam e corroboram com Nobrega et al., (2018) que demonstraram que quando foi utilizado o peso metabólico ($\text{Kg}^{0.67}$), a quantidade de energia ingerida, retida no corpo, retida no ovo, retida total e a produção de calor, se

elevou à medida que a concentração destes nutrientes aumentou nas dietas para codornas.

Por conta dessas particularidades é importante determinar as exigências nutricionais para esses animais de maneira precisa, ou seja, aplicando a metodologia apropriada, que pode ser, o método tradicional em que o desempenho do animal é avaliado em função do aumento da concentração do nutriente na ração e o método fatorial, que prediz as exigências através de modelos matemáticos (ROSTAGNO et al., 2017).

O desenvolvimento de modelos de predição com base na metodologia fatorial ganha importância pela flexibilidade e simplicidade de uso, sendo adequados para manipulação por técnicos de empresas avícolas, que, de posse do modelo e da calculadora, podem obter, de forma indireta e rápida, as exigências nutricionais das aves e atualizarem as formulações, sem necessidade de realização de ensaios biológicos e análises de laboratório (SILVA et al., 2004ab).

Dentre os modelos mais empregados nos estudos de exigências nutricionais, podemos citar o de Jordão Filho et al., (2011a) que estudaram as exigências de manutenção e ganho de proteína bruta (PB) e energia metabolizável (EM) para codornas em postura e propõem os seguintes modelos: $PB \text{ (g/ave/dia)} = 6.71 * P^{0.75} + 0.615 * GP + 0.258 * MO$, e $EM \text{ (kcal/ave/dia)} = 92.34 * P^{0.75} + 6.23 * GP + 4.19 * MO$, onde P é o peso em quilogramas e GP o ganho de peso em gramas e MO a massa de ovos.

Sakomura et al., (2002) determinaram a seguinte equação para poedeiras Lohmann LSL® com 52 semanas de idade: $PB \text{ (g/ave/dia)} = 1,94 * P^{0,75} + 0,48 * GP + 0,301 * MO$, onde P é o peso em quilogramas e GP o ganho de peso em gramas e MO a massa de ovos.

Jordão Filho et al., (2011b) determinaram o seguinte modelo para prever os valores de energia para ganho e manutenção de codornas japonesas em postura e obtiveram os seguintes modelos. Codornas japonesas no piso: $EM \text{ (kcal/ave/dia)} = P^{0.75} * (98.37 - 0.205 * T) + 8.28 * GP$; e na gaiola: $EM \text{ (kcal/ave/dia)} = P^{0.75} * (98.37 - 0.205 * T) + 9.00 * GP$. Codornas Europeias no piso: $EM \text{ (kcal/ave/dia)} = P^{0.75} * (115.08 - 0.3939 * T) + 7.64 * GP$; e na gaiola: $EM \text{ (kcal/ave/dia)} = P^{0.75} * (115.08 - 0.3939 * T) + 9.72 * GP$, onde P é o peso em quilogramas e GP o ganho de peso em gramas e T a temperatura em °C.

Mariz et al., (2015) propõem os seguintes modelos para prever as exigências de cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pd) para codornas japonesas no período de 16 a 36 dias de idade e, em função da temperatura ambiental, respectivamente: $Pd \text{ (g/ave/dia)} = P^{0.67} * (9.3695 + 7.7397 * T) + 9.70 * GP$ e $Ca \text{ (g/ave/dia)} = P^{0.67} * (363.99 - 8.0262 * T) + 28.15 * GP$, onde P é peso das aves em kg, GP o ganho de peso em gramas e T a temperatura ambiente em °C.

Portanto, equações de predição desenvolvidas com frangos, poedeiras, matrizes e codornas européias, não devem ser usadas para predizer os valores de exigências para codornas japonesas que é o objeto desse estudo, ou seja, desenvolver modelos próprios para cada espécie, sexo, tipo de alojamento, temperatura e o peso metabólico ($\text{Kg}^{0,67}$).

Diante disto objetivou-se desenvolver modelos de predição de exigências nutricionais para codornas japonesas através do método fatorial, afim de se calcular as exigências de energia metabolizável e proteína bruta em manutenção e ganho nas fases inicial e de crescimento com peso metabólico ($\text{kg}^{0,67}$).

1.2 Histórico da Criação de Codornas Japonesas no Brasil

A codorna foi criada primariamente na China e Coréia e posteriormente no Japão por pessoas que admiravam seu canto. No início do século XIX japoneses iniciaram trabalhos de cruzamentos entre codornas advindas da Europa e espécies silvestres, o que levou a ave domesticada que foi chamada *Coturnix coturnix japonica*, e a partir de então deu-se o início de sua exploração (PASTORE et al., 2012).

A codorna doméstica chegou ao Brasil em 1959, através do imigrante Italiano Oscar Molena, que já tinha o “hobby” de criar codornas na Itália. Entre as décadas de 60 e 70 houve uma rápida ascensão no consumo, principalmente dos ovos de codorna, atribuída em parte pela música “Ovo de codorna” de Severino Ramos, lançada por Luiz Gonzaga, que falava sobre propriedades afrodisíacas desse alimento, mas que posteriormente foi desmistificada pela ciência (SILVA et al., 2011).

A codorna japonesa é predominante no Brasil e no Japão, mas nos países europeus a produção também é de grande relevância. Apresenta grande produção de carnes e ovos, pois começam a postura com 35 dias de vida e chegam a produzir aproximadamente 300 ovos/ano. Além disso, a codorna japonesa é ideal para principiantes por ser uma ave muito dócil e de fácil criação, além de ser bastante sociável com outras aves (SILVA et al., 2011).

A exploração comercial da ave teve início em 1989, quando uma grande empresa avícola resolveu implantar o primeiro criatório no Sul do Brasil e recentemente iniciou-se a exportação de carcaças de codornas congeladas (SILVA et al., 2011).

No ano de 2011, o Brasil foi o quinto maior produtor mundial de carne de codornas e o segundo de ovos, coincidindo com o surgimento das grandes criações automatizadas e tecnificada e novas formas de comercialização do ovo e da carne de codornas, contribuindo totalmente ou parcialmente com a renda de muitos produtores e gerando empregos diretos e indiretos (SILVA et al., 2011).

1.3 Funções da Proteína e Energia no Metabolismo de Aves

A alimentação, um dos principais fatores responsáveis pelo desempenho das aves, pode representar cerca de 70% do custo de produção (MURAKAMI; ARIKI, 1998). As estimativas das exigências nutricionais, baseadas em dados brasileiros, são essenciais para a formulação de rações de mínimo custo ou de máximo retorno, principalmente quando considerados os níveis de proteína e energia, componentes de maior participação no custo das dietas não só de codornas, como de monogástricos em geral.

As exigências de proteína variam consideravelmente, de acordo com a taxa de crescimento, sendo os aminoácidos contidos na proteína da dieta utilizados pelas aves como constituintes estruturais primários de tecidos, como pele, penas, matriz óssea, ligamentos, bem como órgãos e músculos, além de contribuírem para diversas funções metabólicas e serem precursores de constituintes corporais não-proteicos (NRC, 1994, BERTECHINI, 2006).

A proteína pode limitar o desempenho das aves quando em excesso, pois o catabolismo aminoacídico requer gasto extra de energia para excreção do nitrogênio na forma de ácido úrico (JORDÃO FILHO et al., 2006).

Para atenuar este problema, pesquisadores da área, sugeriram a redução da proteína com a suplementação de aminoácidos essenciais, porque menos aminoácidos seria desviado para as rotas catabólicas, ou seja, diminuindo os riscos de poluição ambiental com nitrogênio quando a dieta apresenta excesso de proteína ou desequilíbrio na relação entre os aminoácidos e destes em relação à energia (SILVA et al., 2004ab).

Lopez e Leeson (1995) observaram que o aumento da proteína bruta da dieta de 14 para 20% em matrizes pesadas com 48 semanas de idade, aumentou a excreção de nitrogênio, enquanto a retenção foi reduzida proporcionalmente.

Existem semelhanças e discrepâncias entre as especificações nutricionais para as duas espécies de codornas (japonesas e europeias) nas fases de crescimento e postura. Embora as exigências de proteína e de energia sejam iguais, os níveis de cálcio, fósforo disponível e o perfil de aminoácidos são maiores para as codornas de linhagens pesadas, os quais podem ser justificados pelas maiores taxas de ganho de peso e de crescimento muscular dessas aves, especialmente, nas primeiras quatro semanas de vida (SILVA; COSTA, 2009).

Em se tratando da energia, é possível dizer que a mesma não é exatamente um nutriente, ela participa no crescimento de tecidos, produção de ovos, manutenção das funções vitais, termo regulação corporal e atividade, sendo destinado à produção apenas 20% da energia consumida via dieta (NETO, 2003).

A energia utilizada pelas aves para desempenhar suas funções vitais é resultado da oxidação de constituintes dos alimentos no processo digestível e da produção de calor pelo metabolismo energético (FERNANDES; TORO-VELASQUEZ, 2014).

No entanto, apenas parte da energia contida na dieta é aproveitada pelos animais. De acordo com Bertechini (2006), a energia é biologicamente fracionada em energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). Uma vez que a energia for fracionada, cada uma dessas partes pode ser mensurada de diferentes formas.

Segundo Sakomura et al., (2014), a exigência de energia é particionada primeiramente para manutenção e depois para deposição protéica e lipídica no corpo, logo essa deposição somente é possível após a manutenção ter sido atendida. A exigência de energia metabolizável por grama de ganho de peso corporal, geralmente é determinada, pela relação da exigência líquida de ganho pela eficiência de utilização.

De acordo com Sakomura; Rostagno (2016), a eficiência de utilização da energia para deposição corporal, representa a proporção de energia retida para cada kcal de energia metabolizável ingerida, podendo ser determinada pelo coeficiente de regressão b , obtido a partir da relação entre os dois parâmetros mencionados anteriormente.

De outro modo, a exigência de energia líquida por grama de peso corporal pode ser estimada a partir dos dados da energia retida no corpo e do peso corporal da ave, em que o coeficiente de regressão b representa o teor de energia por grama de peso corporal.

Ao analisar os estudos realizados com codornas em produção, para concentração ótima de energia (HURTADO-NERY et al., 2014; HURTADO-NERY et al., 2015; OMIDIWURA et al., 2016), foi observado uma variação de 2.585 a 3.100 kcal/kg, entre os níveis recomendados para maximização das respostas de desempenho.

Essa diferença de 515 kcal/kg, sobre a recomendação do nível de energia metabolizável, exerce grande impacto no cálculo da formulação de ração. De acordo Moura et al., (2008), a energia é um dos fatores nutricionais que mais onera o custo da dieta desses animais, pois define o tipo e a quantidade dos ingredientes energéticos que serão utilizados na sua composição nutricional. Além disso, também influencia diretamente o desempenho produtivo das aves.

O aumento da concentração de energia além da exigência requerida das aves, pode gerar deposição excessiva de gordura na carcaça, reduzir o consumo de ração e inibir a utilização de alguns nutrientes, como também pode provocar superovulação e aumentar a produção de ovos de duas gemas (EMMANS; FISHER, 1986; SILVA et al., 2003; JORGE NETO, 2003; NASCIMENTO et al., 2004).

O consumo excessivo de energia para rações de codornas durante a produção de ovos leva ao aumento de gordura abdominal envolvendo alguns órgãos, especialmente no aparelho reprodutivo e o fígado, que estão associados com a redução da eficiência produtiva das aves (LEKSRISOMPONG, 2010).

1.4 Fatores que interferem na Exigência Nutricional de Aves

Existem diversos fatores que interferem nas exigências nutricionais das aves, tais como: composição da dieta (NIETO et al., 1995), metodologia (FILARDI et al., 2000), idade e nível de alimentação (SILVA et al., 2004ab), temperatura (SAKOMURA et al., 2003) e sistema de alojamento (RABELLO et al., 2004).

Os modelos de predição, com base na metodologia fatorial, oferecem estimativas fisiológicas acuradas, com possibilidade do conhecimento das necessidades diárias das aves, considerando fatores como a temperatura ambiente e o sistema de alojamento das aves.

Os efeitos da temperatura e de sistema de alojamento sobre as exigências energéticas e protéicas das aves tem despertado cada vez mais o interesse de pesquisadores. Sakomura et al., (2003) mostraram a influência exercida pela temperatura ambiente sobre as exigências de frangas, enquanto que no trabalho de Rabello et al., (2004) foi avaliado o efeito do sistema de criação sobre as exigências de energia de manutenção de matrizes em produção, de modo que, quando as aves foram submetidas às altas temperaturas, reduziram o consumo de ração para manter a homeotermia, reduzindo as exigências de EMm.

Já quando o alojamento acontece em temperatura baixa, as aves tendem a aumentar o consumo para garantir suficiente produção de calor e manter a homeostase térmica corporal.

A temperatura apresenta-se como um dos fatores importantes para a predição da energia, pois afeta a produção de calor e o comportamento dos animais homeotérmicos, devendo por isso ser considerada como fator de correção nos modelos de predição.

Aerts et al., (2000), descreveram alteração da produção de calor seguindo as alterações na temperatura ambiente de criação de frangos. As alterações nas exigências de manutenção para frangos (LONGO et al., 2006), matrizes (SAKOMURA et al., 2003) e poedeiras (SAKOMURA et al., 2005) foram observadas a partir de mudanças nas temperaturas de alojamento no Brasil.

Normalmente, a produção de calor é mínima na situação de conforto térmico, sendo que as aves alteram o comportamento e a atividade física, bem como a taxa metabólica

em situações de estresse pelo calor ou frio (WARPECHOWSKI, 2005). Silva et al., (2004ab) estimam que a temperatura de conforto para codornas japonesas nas fases inicial e crescimento apresenta uma variação de 35,9 a 25,6 °C respectivamente. Já na fase de postura a temperatura de conforto oscila entre 18 a 22° (MURAKAMI; ARIKI, 1998).

Em temperatura abaixo da faixa de conforto, as aves produzem calor por tremor muscular, enquanto que em alta temperatura o recurso é o aumento da evapotranspiração via taxa respiratória (WARPECHOWSKI, 2005).

Outro fator é o espaço de criação das aves, estas tendem a elevar ou diminuir as exigências energéticas de manutenção. Rabello et al., (2004) observaram que o alojamento das matrizes de corte no piso demandou maior exigência de EMm em relação ao alojamento em gaiolas (+18%). Este resultado foi atribuído à maior atividade locomotora das aves no piso, visto que, neste ambiente, elas tinham maior espaço de locomoção.

Segundo Silva et al., (2004b), em codornas este efeito é evidente, devido a maior atividade de ciscar a ração e a cama e na prática de frequente voos dentro das instalações.

A eficiência com que a energia é utilizada para manutenção é, certamente, alterada pelas condições térmicas e pela densidade de alojamento das aves. As aves criadas em gaiolas, possivelmente, apresentaram eficiência maior com menor exigência de manutenção que àquelas em piso, dada a redução de gasto de energia com movimento (ALBINO et al., 1994).

Jalal et al., (2006) estudaram o efeito de diferentes espaços de criação (342, 413, 516 e 690 cm²/ave) sobre o desempenho de galinhas poedeiras. Foi identificado que houve melhora do desempenho com aumento do espaço de criação de 342 para 690 cm²/ave, sendo a produção de ovos, elevada de 76 para 86%, devido a redução de 6 para 3 aves/gaiola. Contudo a redução do número de aves por gaiola não alterou a exigência de energia em virtude do espaço extra disponível para as atividades (JALAL et al., 2006).

Ao avaliarem os efeitos da exigência de energia metabolizável e da densidade das aves nas gaiolas, Garcia et al., (2000) obtiveram pior conversão alimentar (P <0,05) para as codornas japonesas alimentadas com dietas contendo menores teores energéticos (2.750 e 2.850 kcal EM/kg) e criadas em maiores densidades (12 aves/gaiola ou 101,3 cm² /ave).

Lima et al., (2012) testaram diferentes densidades de alojamentos (121,4 cm²/ave; 106,2 cm²/ave; 94,4 cm²/ave e 85 cm²/ave) para codornas japonesas na fase de postura e verificaram efeito da densidade de alojamento sobre o consumo de ração, peso do ovo, conversão por massa de ovos e conversão por dúzia de ovos. Tais pesquisadores

observaram que a densidade de 85 cm²/ave proporcionou menor consumo e por consequência menor peso do ovo, com alteração na exigência de energia em virtude do espaço reduzido disponível.

Provavelmente, a criação desses animais em gaiolas passará por mudanças no manejo de alojamento, ou seja, mudança para criação no piso, conforme recomendações da legislação Européia sobre bem-estar das aves (JANCZAK; RIBER, 2015).

Esta transformação do espaço de criação vem se confirmando a partir de estudos que demonstram a “lógica do estresse” de aves criadas em baterias de gaiolas em comparação com aves criadas em livre espaço no piso, ou seja, nos diferentes tipos de alojamentos quanto a exigência de energia para manutenção conforme tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Exigência de Energia de Manutenção de matrizes pesadas em função do sistema de criação em diferentes temperaturas ambientes.

Temperatura (°C)	Exigência de Energia para Manutenção (Kcal/Kg ^{0,75} /dia)		
	Gaiola	Piso	Diferença
13	111,17	130,83	19,66
21	91,59	112,86	21,27
30	88,49	110,97	22,48
Médias	97,06	118,22	21,14

Fonte: Adaptado de Rabello et al., 2004

1.5 Nutrição das aves vs Temperatura ambiente

Segundo Gonzales (2005), a nutrição é a ciência que estuda a relação entre um organismo e a sua fonte de alimentação, descrevendo desde os processos de apreensão do alimento, digestão, metabolização e excreção de nutrientes obtidos do meio externo, até as taxas adequadas que os elementos nutritivos devem fornecer para a otimização da manutenção, saúde e processos produtivos de qualquer ser vivo.

A nutrição das aves é afetada por elevados índices de temperatura, principalmente pela redução no consumo de ração, no que concerne a ingestão de energia e nutrientes atrelados ao seu consumo, constituindo-se num dos principais problemas enfrentados no manejo nutricional avícola, em ambientes quentes por exemplo (GONZALES, 2005).

Para aves na fase de postura, estudos sobre a influência do estresse por calor vão além dos efeitos da diminuição do consumo de alimento sobre o desempenho produtivo, tendo papel fundamental também sobre a qualidade dos ovos produzidos, principalmente no que concerne a qualidade de casca (ALVES et al., 2007).

Um outro efeito se dá quando a ave na tentativa de elevar a dissipação do calor corpóreo, realiza o resfriamento evaporativo respiratório, através da ampliação da frequência respiratória em até 10 vezes (MACARI et al., 2004).

O efeito mais grave do aumento da temperatura ambiental, e conseqüente aumento da frequência respiratória, é o aparecimento de distúrbio no equilíbrio ácido-básico, conhecido como alcalose respiratória (FURLAN, 2005).

Ainda segundo Furlan e Macari (2002), em poedeiras, a alcalose respiratória proporciona desequilíbrio eletrolítico e mineral. Para compensar a alcalose, ocorre grande liberação de ácidos orgânicos no sangue, que complexam o cálcio, diminuindo a quantidade de cálcio livre ou ionizado no plasma, que seria usado para a formação da casca do ovo, ou seja, ocorre produção de ovos pequenos e com qualidade inferior de casca.

Na tentativa de aprimorar a produção, pesquisas envolvendo a questão ambiental, em relação à nutrição, têm sido realizados para maximizar os resultados proporcionados pela mesma, através, principalmente, da utilização de níveis nutricionais mais próximos aos requeridos pelos animais submetidos a esse tipo de ambiente (MAIORKA, 1998).

Entretanto, atualmente, a formulação de rações para codornas tem tido como bases, dados oriundos de outros países, com condições de manejo e de temperatura diferente das nossas, podendo comprometer o desempenho desses animais (MURAKAMI et al., 1993).

Uma das alternativas à esse entrave nutricional que está atrelado a questão ambiental é ajustar os níveis nutricionais da ração (MENTEN; PEDROSO, 2001), sendo o primeiro ajuste realizado para o nível de energia.

As aves necessitam acumular e mobilizar reservas energéticas para cobrir eventuais deficiências, da mesma forma que dependem de um mecanismo preciso para regular a termogênese tendo em vista a estabilidade da homeostase térmica. Dessa forma, esses animais são muito dependentes de um consumo regular de energia dietética (TARDIN, 1995).

Aves domésticas criadas em ambientes supostamente controlados e regularmente manejados, não são muito sujeitas a períodos prolongados de deficiências energéticas, assim como não são expostas a extremos climáticos (TARDIN, 1995).

A partição energética dessas aves ocorre de forma concisa, sendo destinadas proporções adequadas de energia para manutenção (40 a 100% da energia metabolizável) e para produção de carne e ovos (0 a 60% da energia metabolizável) (TARDIN, 1995).

Entretanto, aves expostas a condições climáticas desfavoráveis podem apresentar alterações na partição energética em função das mesmas precisarem manter a temperatura corporal constante, ou seja, as aves realizam um balanço energético por meio de ajustes nas taxas de produção e de dissipação de calor corporal (VALÉRIO et al., 2003).

Sob altas temperaturas, as aves precisam reduzir a produção e aumentar a dissipação de calor metabólico (MACARI et al., 2004), o que acarreta alto gasto de energia.

Somando-se a isso, as alterações que ocorrem no consumo de ração sob estresse por calor, um déficit nutricional de energia pode ocorrer e, dessa forma, maior quantidade de energia ingerida pode ser desviada para manutenção corporal, o que repercutiria negativamente sobre a produção de ovos ou carne (GONZALES, 2005).

Inúmeros trabalhos investigaram alterações na densidade energética das rações, na tentativa de otimizar a produtividade de poedeiras comerciais e frangos de corte alojados sob condições termoneutras ou de estresse por calor (CORRÊA et al., 2005; AFTAB, 2009; KRIMPEN et al., 2009; RIBEIRO et al., 2009a; RIBEIRO et al., 2009b).

Para codornas japonesas, trabalhos seguindo a mesma temática também foram realizados, entretanto, estes foram realizados em sua maioria, sob condições de termoneutralidade, sendo informadas recomendações energéticas de acordo com as fases de criação e linhagens comerciais utilizadas nos experimentos (OLIVEIRA et al., 2002; PINTO et al., 2002; FREITAS et al., 2005; BARRETO et al., 2007; SILVA et al., 2011).

Já com relação a proteína, de acordo com Andriguetto et al., (2002), as proteínas são compostos orgânicos extremamente complexos, de natureza coloidal, formados fundamentalmente por carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio.

Esta tem papel fundamental no organismo, atuando na reparação e construção de tecidos, formação de enzimas, hemoglobina, certos hormônios, colágeno dos ossos, tendões e pele. Regulam a contração muscular, produção de anticorpos e a expansão e contração dos vasos sanguíneos para manter a pressão normal (FLAUZINA, 2007).

Em poedeiras, a produção e o tamanho dos ovos são dependentes da ingestão diária de proteínas (SAKOMURA et al., 2002). O nível de proteína na dieta é importante devido à grande quantidade necessária, deste nutriente, para a formação do material da gema e, especialmente, do albúmen do ovo.

Uma vez que a habilidade das poedeiras em estocar proteína é limitada, além de o tamanho do ovo ser altamente dependente da sua ingestão diária, torna-se imprescindível que níveis de proteína e o consumo de ração sejam adequados para atingir a produção de ovos que se deseja (PESTI, 1991).

A ocorrência de temperaturas elevadas, acima da zona de conforto térmico das aves, pode trazer consequências negativas para o balanço energético e para o desempenho, pois o fornecimento de níveis elevados de proteína na ração pode aumentar a carga de calor a ser dissipado pelo animal (ANDRIGUETTO et al., 2002).

De acordo com Penz (1989), a redução dos níveis de proteína resulta em decréscimo na produção de calor, e ajuda a ave a manter seu balanço energético em condições de elevadas temperaturas.

Inúmeros trabalhos podem ser observados na literatura com o objetivo de propor um nível adequado de utilização de proteína bruta e de aminoácidos nas rações para aves. Muitos desses trabalhos envolvem nutrição de frangos de corte e poedeiras comerciais sob o conceito de proteína ideal, com redução do teor de proteína bruta e adequada suplementação de aminoácidos.

Outros estudos indicam que a redução no teor de proteína bruta, principalmente para aves sob estresse térmico, visando redução de incremento calórico, não é aconselhada (CHENG et al., 1997 a, b; ALLEMAN; LECLERQ, 1997; CHENG et al., 1999; FARIA FILHO, 2003; PAVAN et al., 2005; CARIOCA et al., 2010).

Trabalhos realizados por Aletor et al., (2000), mostraram que a suplementação de aminoácidos sintéticos nas rações, principalmente lisina e metionina, é uma prática incorporada na rotina das fábricas de rações para aves, com a finalidade de reduzir os níveis proteicos das dietas e, conseqüentemente, o custo das rações.

Essa diminuição dos níveis proteicos das dietas traz outros benefícios, como a redução do consumo alimentar, evita os excessos de aminoácidos e leva à menor poluição ambiental, pela melhor eficiência na utilização e menor excreção de nitrogênio pelas aves através do ácido úrico.

Segundo Sakomura (1996) a redução dos níveis protéicos de dietas de frangos criados sob altas temperaturas, visando o aspecto econômico, pode ser efetuada sem prejuízos ao desempenho e qualidade da carcaça mediante a suplementação de aminoácidos sintéticos, como lisina, metionina e treonina.

Pesquisas com a mesma temática envolvendo codornas também podem ser verificadas na literatura (STRINGHINI et al., 1998; BELO et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2002; PINTO et al., 2003; CAPELLOCI et al., 2004; FREITAS et al., 2005; SILVA et al., 2006; FLAUZINA, 2007; SILVA et al., 2011). Entretanto, as recomendações observadas para proteína bruta e também para energia metabolizável, durante a produção de ovos, são inconclusivas.

De acordo com Silva e Costa (2009), os níveis de proteína bruta recomendados na literatura variaram de 16 até 25%, enquanto as recomendações de energia metabolizável apresentaram elevada heterogeneidade, variando de 2.600 a 3.150 kcal/kg de ração.

Para tentar contornar a perda de produtividade, além dos investimentos estruturais, os produtores tem que adequar sua dieta ao desafio ambiental que a ave está sendo submetida. Borges (2001) recomenda a manipulação da proteína e energia da dieta,

aclimatação dos animais, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico, eletrólitos, entre outros.

As aves naturalmente sintetizam vitamina C para o crescimento e metabolismo, a partir da glicose-1-fosfato, salvo em condições de estresse por calor (FURLAN; MACARI, 2008), pois essa capacidade não é suficiente nestas condições, devido à paralização dos processos enzimáticos envolvidos na sua síntese (BETERCHINI, 2006) havendo, portanto, a necessidade de suplementação dos mesmos.

Segundo Yunianto et al., (1997), em aves expostas à temperaturas em torno de 34°C a concentração plasmática de corticosterona tende a aumentar em condições de muito frio ou muito calor.

A vitamina C aumenta a degradação de corticosteroides liberados durante o estresse, controlando seus níveis circulantes (SAHIN et al., 2003).

Além de estimular a liberação de corticosteróides e catecolaminas, o estresse por calor, intensifica a peroxidação dos lipídios nas membranas, incluindo membranas de células de defesas, como linfócitos T e B (LAGANÁ; RIBEIRO, 2007).

Tengedy (1989) sugeriu que a suplementação de vitamina E é muito efetiva nos casos de estresse por calor, porque ela pode reduzir os efeitos negativos dos corticosteróis liberados no estresse, tendo como reflexo uma melhora no desempenho animal (NIU et al., 2009).

Sahin et al., (2006) estudando o uso da vitamina E para codornas em ambientes quentes, ou seja, temperatura ambiente de 34°C, sendo alimentadas com (0, 125 e 250) mg/kg de dl - α – tocoferol. As aves apresentaram efeito linear crescentes para consumo, ganho de peso e eficiência alimentar.

O selênio também exerce um papel relevante na manutenção da integridade das membranas celulares, ativando a enzima glutathiona peroxidase, que age sobre os peróxidos já formados, destruindo-os (BETERCHINI, 2006).

Assim como o selênio, o zinco também deve ser considerado em animais desafiados pelo calor, pois durante a resposta imunológica, seu nível no sangue reduz, pois esse mineral participa da síntese de metalotioneína no fígado (protege contra danos oxidativos) e, por isso tem sua absorção elevada, provocando aumento na exigência deste mineral (RIBEIRO et al., 2008).

A inclusão de bicarbonato de sódio na dieta se faz necessário também, pois a mesma é realizada para ajudar na manutenção da ingestão de ração, uma vez que o sódio é estimulante do consumo. Além disso, este composto fornece íons bicarbonato que entrará no processo de formação da casca do ovo (CARCALHO, 2012).

Uma outra ação do bicarbonato de sódio, descoberto através de estudos, foram os benefícios ao se observar o aumento do consumo de água em condições de estresse por calor, reduzindo, portanto, a mortalidade dos animais (SOUSA JÚNIOR, 2006).

A adição de sais como carbonato de potássio, sal comum e cloreto de amônia também podem ser feitos para minimizar as perdas na produção ocasionadas pelo estresse térmico, com perda excessiva de dióxido de carbono do sangue, fator importante na formação do carbonato de cálcio para a formação da casca (JÁCOME et al., 2007; TINÔCO, 2001).

Segundo Rodrigues (2006); Abreu e Abreu, (2011), outras técnicas desenvolvidas para diminuir o estresse térmico é retirar a alimentação nos horários mais quentes e fornecer a alimentação no período mais fresco; fazer o flushing (jateamento) dos bebedouros para renovação da água; quando possível, adicionar gelo na caixa d'água, etc.

Outra forma de troca de calor é o aumento no consumo de água. Costa (1980) observou que em temperaturas moderadas (20°C), a ingestão de água de uma poedeira é de aproximadamente 1,9 a 2 vezes maior que a quantidade de alimento ingerido. Em temperaturas elevadas esta ingestão de água pode aumentar de 4 a 5 vezes.

A temperatura da água interfere no consumo de ração, diminuindo-o quando a temperatura da água aumenta. Resultados de pesquisas indicam que a resposta desencadeada no nervo lingual da ave inicia-se quando a temperatura da água atinge a faixa de 24°C (MACARI, 1995).

Diversos autores verificaram que a temperatura da água está diretamente relacionada com a temperatura do interior do galpão (BARROT; PRINGLE, 1949; JOINER e HUSTON 1957; SARTORI, 1996). Segundo Macari et al., (1994), a temperatura ideal da água é de 24°C e, acima deste ponto, as trocas térmicas entre água e ave são reduzidas.

É possível também diminuir o impacto de altas temperaturas na produção, através da correção dos níveis de energia das rações, elevando o consumo de energia metabolizável através do aumento da energia da ração com a utilização de óleos/gorduras e enzimas que incrementam o aproveitamento energético da dieta como amilases, lipases, entre outras (BERTECHINI, 2012).

A inclusão de gorduras na dieta estimula o consumo pelo aumento da palatabilidade e energia, além de reduzir o incremento calórico na digestão por disponibilizar mais facilmente energia para o organismo.

De acordo com Rabelo et al., (2007) a inclusão a partir de 2% de óleo de soja em ração a base de milho e farelo de soja não comprometeu o rendimento zootécnico, pelo contrário, aumentou o peso dos ovos, sugerindo que a suplementação de gordura via

dieta estimula a síntese proteica no ovíduto, que é influenciada pelo estrógeno plasmático que sob o efeito de altas temperaturas, tem sua ação limitada.

A suplementação de KCl na ração e/ou na água de bebida das aves tem sido proposta como uma forma de minimizar as consequências das temperaturas elevadas sobre o desempenho (SMITH; TEETER, 1993).

1.6 Métodos para determinar as Exigências em Aves

A exigência de um dado nutriente (proteínas, minerais, vitaminas, etc.) pode ser definida com a quantidade mínima do mesmo a ser fornecida para atender as necessidades de um animal (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). A exigência é dividida em exigência de manutenção e exigência de produção.

Exigência de manutenção pode ser definida como a quantidade mínima de nutriente para que o organismo animal possa desenvolver todos os mecanismos necessários para a sua sobrevivência e o ganho de peso animal é zero (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). A exigência de produção é definida como a quantidade mínima para atingir objetivos específicos de produção (FULLER, 2004).

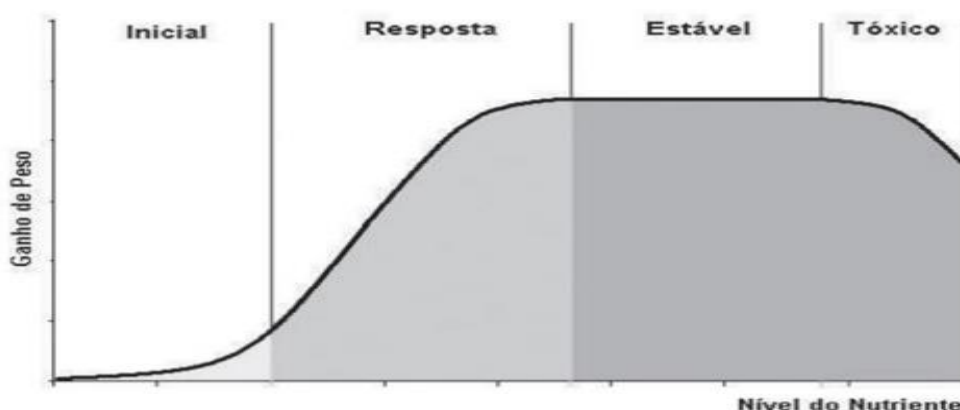
Por conta da necessidade de se administrar aos animais, o alimento mais adequado a fase, é importante determinar exigências nutricionais de manutenção e produção. Segundo Chwalibog (1992), citado por Silva (1995), existem tradicionalmente dois métodos para se estimarem as exigências nutricionais – o empírico ou dose-resposta, em que o desempenho do animal é avaliado em função do aumento da concentração do nutriente na ração, e o fatorial, em que as exigências são estimadas com base na composição corporal do ganho, separando as exigências para manutenção e ganho e produção.

A metodologia empírica, classificada também na literatura como tradicional, baseia-se na formulação da dieta referência, deficiente apenas no nutriente estudado e o aumento progressivo deste nutriente na ração provoca uma resposta de desempenho que pode ser interpretada com aplicação de um modelo matemático (SILVA et al., 2004a).

Esse método segue uma metodologia dose-resposta, ou seja, a exigência nutricional de determinado nutriente é estimada avaliando a resposta, através do fornecimento de níveis crescentes do nutriente na dieta.

Estas respostas são de natureza curvilínea, sendo descrita por fase linear para um nível subótimo, uma fase curvilínea decrescendo até o ponto onde a máxima resposta é atingida. Esse formato da curva pode variar de acordo com os critérios-respostas

adotados e com a variabilidade entre os animais, como apresentado na figura 1 abaixo (POMAR et al., 2003).



Fonte: Sakomura; Rostagno (2007)

A maioria dos estudos de exigências nutricionais tem empregado a metodologia empírica, em virtude da praticidade da análise estatística, do baixo custo de operação e do manejo facilitado (SILVA et al., 2004). Essas características favoráveis têm constituído a base para a elaboração de tabelas como o NRC (1994) e as tabelas Brasileiras para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2000; ROSTAGNO et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2011).

Neste método, estimativas válidas são obtidas apenas para a fase específica da vida do animal e restritas às condições ambientais e alimentares em que os experimentos foram realizados (SAKOMURA, 1996, RONDON et al., 2002), com discrepâncias nas estimativas de um mesmo nutriente entre vários experimentos. Contudo, não são capazes de prever mudanças nas exigências ao longo do tempo (HAUSCHLLD; POMAR; LOVATTO, 2010).

Entretanto, quando se avalia a eficiência protéica e/ou energética para a produção de ovos, ou seja, o quanto de proteína e/ou energia da dieta que foi efetivamente depositada no corpo ou ovo, o método tradicional não consegue fracionar as exigências por ser muito conservador, devido às estimativas de manutenção, ganho e produção serem obtidas de forma conjunta.

Normalmente, existem inúmeros fatores que afetam as exigências nutricionais das aves, dentre os quais pode-se destacar: a idade, o sexo, o sistema de criação, o genótipo e os fatores ambientais como a temperatura. Combinar todos estes fatores e achar soluções práticas a partir de experimentos do tipo dose-resposta é uma tarefa virtualmente impossível (SILVA et al., 2004a).

Além disso, as necessidades de manutenção e de ganho, em função da idade das aves, não são normalmente consideradas nas estimativas obtidas pelo método empírico o que constitui um dos maiores inconvenientes deste método (GOUS, 1998).

Neste sentido, é fundamental utilizar técnicas que fracionem a eficiência com que as poedeiras depositam proteína e/ou energia para cada atividade produtiva (SAKOMURA, 1996), sabendo-se que cerca de 60% da energia dietética é perdida somente na forma de calor corporal (BERTECHINI, 2006).

O método fatorial baseia-se no princípio de que as aves necessitam de energia ou nutrientes para a manutenção dos processos vitais e de atividades, para o crescimento e/ou produção de ovos, fracionando a exigência total em proporções adequadas para cada uma dessas finalidades (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Esse método estima a exigência de um nutriente pela soma das exigências para manutenção e produção (FULLER; CHAMBERLAIN, 1982). Dessa forma ao estimar exigências, essa metodologia considera o estado metabólico do animal e aspectos biológicos da utilização de nutrientes.

De acordo com Sakomura (1996), o método fatorial considera as diferenças de peso, composição corporal, potencial de crescimento e produção das aves, possibilitando a elaboração de modelos capazes de prever as exigências nutricionais das aves de diferentes linhagens, idades e criadas sob diversas condições.

Tal metodologia quando empregada dentro de um sistema de alimentação multifase que é o caso da criação de codornas, difere do método dose resposta ou empírico, pois, aceita estimar exigências nutricionais diárias que atendam verdadeiramente a necessidade do animal, além de permitir assim a sua aplicabilidade a campo.

Em função da metodologia fatorial ser o que vai dar embasamento para essa tese a respeito dos modelos de predição de exigências nutricionais de codornas japonesas no período de 01 a 35 dias de idade, ou seja, nas fase inicial e crescimento, é apresentado em forma de tabela, resultados encontrados na literatura de experimentos de energia e proteína de alguns pesquisadores para manutenção e ganho com a utilização do método fatorial com galinhas poedeiras, frango de corte e codornas tanto com aptidão zootécnica para corte, como postura conforme tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Resultados de Energia, Proteína segundo diversos autores para exigência de manutenção e ganho em aves.

Autores	MANTENÇA		GANHO	
	Energia	Proteína	Energia	Proteína
Neme et al., (2004)	133,97 kcal *	-----	-----	-----
Sakomura et al. (2002)	-----	1,94 g *	-----	0,48 g *
Silva et al., (2004a)	77,07 kcal ***	4,75 g **	9,32 kcal **	0,84 g ***
Silva et al., (2004b)	-----	2,85 g ***	4,64 kcal ***	0,46 g **
Nobrega et al., (2018)	155,60 kcal **	-----	5,89 kcal **	-----
Sakomura et al., (2003)	-----	-----	2,47 kcal *	-----
Filho et al., (2008)	92,84 kcal ***	5,15 g ***	7,64 kcal ***	3, 120 g ***
Longo et al., (2006)	128,66 kcal ****	0,87 g ****	3,97 kcal ****	14,18 g ****

Onde: * poedeiras; ** codornas de postura; *** codornas de corte; **** frangos de corte

Fonte: Próprio autor

É possível verificar que as exigências nutricionais são diferentes entre as aves e suas aptidões zootécnicas apresentadas na tabela acima. Essa diferença dá base para a utilização do método fatorial, pois o mesmo considera as diferenças de peso, composição corporal, potencial de crescimento e produção das aves, possibilitando a elaboração de modelos capazes de prever as exigências nutricionais das aves de diferentes linhagens, idades e criadas sob diversas condições.

Essa diferença é perceptível na exigência de energia para manutenção e ganho, por exemplo, as codornas de postura tem uma exigência maior se comparada a galinha de postura.

A necessidade de mais energia se deve, por que as codornas exigem mais energia para produção de 1g de ovo que galinhas poedeiras, devido a menor eficiência de utilização da proteína pelas codornas (37%) em comparação com as galinhas (SAKOMURA et al., 2005) que utilizam cerca de 62% de proteína ingerida.

Outra reflexão interessante entre essas duas aves, galinha de postura e codornas de mesma aptidão zootécnica é a exigência que a codorna tem de ser maior em proteína para manutenção em função do aumento do peso do ovo, ou seja, o nível proteico na ração influencia positivamente o peso dos ovos porque as galinhas poedeiras não conseguem reservar proteína eficientemente para a sua demanda, dependendo do consumo diário (PINTO, 2002).

1.7 Determinação do Peso Metabólico ($P^{0,67}$)

O peso metabólico relaciona-se com a massa corporal e leva em consideração o crescimento alométrico do animal, tal característica proporciona melhor meio de comparação entre animais com idades diferentes, visto que animais menores produzem mais calor e consomem mais alimentos por unidade de tamanho corporal do que animais maiores, pois a taxa metabólica basal varia conforme a idade (HEADY, 1975).

Diferente das outras aves industriais (frangos, poedeiras e matrizes), as codornas apresentam maturidade precoce, altas taxa de crescimento (ARANGO; VAN VLECK, 2002; THOLON et al., 2009), baixo consumo de ração, menor peso absoluto do trato intestinal, no entanto maior peso relativo, o que predispõe uma maior taxa de passagem da digesta pelo trato gastro intestinal (MARCATO et al., 2010; GRIESER, 2012).

Santos et al., (2014) relataram que as codornas apresentam menor peso absoluto e relativo de oviduto e ovário em relação a poedeiras (JARDIM FILHO et al., 2008). No entanto o peso relativo de ovos de codornas é maior, podendo chegar a 10% do peso corporal.

O peso dos ovos de codornas apresenta valor médio de 12 g (COSTA et al., 2008; JORDÃO FILHO et al., 2011a; VIEIRA et al., 2012; LIMA et al., 2014), e ovos de poedeiras em torno de 65 g (CARDOSO et al., 2014a,b; BEZERRA et al., 2015; PASTORE et al., 2015). Essas peculiaridades de codornas nos remetem que estes animais possuem exigências nutricionais e peso metabólico diferentes.

Nobrega et al., (2018) demonstrou que quando foi utilizado o peso metabólico ($P^{0,67}$) a quantidade de energia ingerida, retida no corpo, retida no ovo, retida total e a produção de calor ocorreu aumento da resposta à medida que a concentração de energia na dieta aumentou.

Por conta do amadurecimento precoce apresentado por codornas, Dodds et al., (2001), relataram que o uso do peso metabólico ($P^{0,75}$) não é ideal para aves, devendo relacionar o peso e taxa metabólico dos animais a 2/3 de sua superfície corporal ($P^{0,67}$) (RESENDE et al., 2006).

Sendo assim, o peso metabólico ($P^{0,67}$) para codornas apresenta possibilidade de se equiparar as diferenças de superfície corporal dos animais de massa diferentes, ou seja, atender melhor às exigências nutricionais, pois as exigências de animais com pesos desiguais não se relacionam com os valores de peso vivo, mas com o peso metabólico.

1.8 Métodos para Determinar as Exigências para Manutenção (Proteína e Energia)

A manutenção é definida como a situação em que a ave se encontra em equilíbrio de nitrogênio (N), ou seja, a quantidade de N ingerida deverá ser igual a de N excretada. Dessa forma a exigência de N ingerida necessária para manter o animal em equilíbrio de N, ou seja, quando o balanço ou retenção de N for zero (SCOTT et al., 1982).

De modo geral, dois métodos são usados para estimar as exigências de proteína para manutenção: o balanço de nitrogênio e o abate comparativo (SAKOMURA, 1996; FILARDI et al., 2000). O balanço de nitrogênio permite estimar a retenção ou perda de nitrogênio do corpo da ave pela diferença entre a quantidade consumida e a excretada (BASAGLIA et al., 1998).

Já o abate comparativo, por sua vez, estima a deposição ou remoção de nutrientes do tecido animal (ALBINO et al., 1994). O método do abate comparativo baseia-se na premissa de que a composição da carcaça de um grupo de aves pode representar a estimativa da composição corporal da população (WOLYNETZ; SIBBALD, 1987). A metodologia de abate comparativo é mais utilizada e mais confiável que o balanço de nitrogênio (SILVA et al., 2004a) em razão da retenção de nitrogênio ser, muitas vezes, superestimada.

O balanço de N é determinado pela diferença entre o N excretado e o N ingerido, medidos em ensaio de metabolismo. As exigências de N ou PB para manutenção podem ser estimadas pelas relações matemáticas entre a ingestão e retenção corporal de N. (BOORMAN, 1981) ou do balanço de N em função do N ingerido (MACLEOD, 1990; BASAGLIA et al., 1998)

Já com relação a energia, podemos destacar duas metodologias: medidas da produção de calor do animal em jejum podendo ser realizada através de métodos diretos, ou seja, calorimetria direta e indireta e métodos indiretos que é o abate comparativo e os ensaios de alimentação para medir os componentes do balanço energético que pode ser com um ou mais níveis de alimentação.

A calorimetria direta, segundo Resende et al., (2006), o calor desprendido pelo animal é medido pelo aumento da temperatura de um volume conhecido de água ou corrente elétrica, gerada pelo calor que passa por meio de pares termo elétricos, podendo ser usado o calorímetro adiabático ou de gradiente.

Na calorimetria indireta, a produção de calor é obtida através do quociente respiratório, o qual é determinado pelo balanço conjunto de oxigênio e carbono, ou de perdas e ganhos de tecidos pelos animais. Os quocientes respiratórios (CO₂:O₂) de

carboidratos, proteínas e gorduras são 1,0; 0,8 e 0,7 respectivamente. (RESENDE et al., 2006).

Concernentes aos ensaios de alimentação com apenas um nível, o mesmo é conduzido para quantificar o consumo de energia metabolizável (EM) e a energia retida corporal (ERc) durante um determinado período. Os animais são alimentados com uma dieta cujo o nível de EM é determinada para quantificar a EM ingerida. Pela técnica do abate comparativo é quantificada a ERc (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Já os ensaios com diferentes níveis de alimentação têm a capacidade de estimar as exigências de manutenção e eficiências energéticas, os quais proporcionam variação na energia ingerida e retida. As estimativas da exigência de manutenção e da eficiência de utilização da energia são determinadas pela relação linear da ER (no corpo e/ou produtos) em função da EM ingerida (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

1.9 Métodos para Determinar as Exigências para Ganho (Proteína e Energia)

Segundo Emmans (1987 e 1995), para manter o balanço nutricional estável, a ave precisa de nutrientes que deverão ser supridos em certas taxas pela ração para que seu estado não se altere no tempo, ou seja, a ave tenha um crescimento saudável.

As eficiências de utilização de proteína ou de energia para ganho podem ser determinadas pelos coeficientes de regressão de proteína ou de energia retidas em função dos consumos de proteína ou de energia (BAKER et al., 1996).

Para estimar as exigências de ganho, apenas o abate comparativo é usado para determinar o ganho de nutriente na carcaça do animal. Albino et al., (1994) utilizaram a técnica de abate comparativo, estimaram as exigências de nitrogênio para ganho de peso, considerando a relação entre nitrogênio ingerido em função do nitrogênio retido, onde o coeficiente de regressão, representa a exigência de nitrogênio para deposição de 1 grama de tecido corporal.

Para que a exigência nutricional de ganho seja determinada pela metodologia fatorial é preciso utilizar a técnica de abate comparativo em série, objetivando verificar a retenção do nutriente estudado ao longo do tempo, enquanto que para estimar as exigências de manutenção é necessário apenas abater as aves no início e no final do período experimental (ALBINO et al., 1994; BAKER et al., 1996; SILVA et al., 2004ab).

2. Referências

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da am-biência sobre os sistemas de aves no Brasil. Re-vista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 2, p. 1-14, 2011.

AERTS, J.M.; BERCKMANS, D.; SAEVELS, P. et al. Modeling the static and dynamic responses of total heat production of broiler chickens to step changes in air temperature and light intensity. *British Poultry Science*, v.41, p.651-659, 2000.

AFTAB, U. Response of broilers to practical diets with different metabolizable energy and balanced protein concentrations. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 11, n. 3, p. 169-173, 2009.

ALBINO, L.F.T.; FIALHO, F.B.; BELLAVAR, C. et al. Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura em recria. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, p.1625-1629, 1994.

ALVES, S. P.; S, I. J. O. da.; PIEDADE, S. M. de S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.1388-1394, 2007.

ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. *British Poultry Science*, Edinburgh, v. 38, p. 607-610, 1997.

ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIEB, E.; PFEFFER, E. Lowprotein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilisation. *Journal of Science and Food Agricultura*, Easton, v.80, p.547-554, 2000.

ANDRIGUETTO, J. M. et al. *Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal. Os alimentos*. São Paulo: Nobel, 2002. 395 p.

ARANGO J A, VAN VLECK L D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Genetics and Molecular Research**. v.1, n.1, p.51-63, 2002. Available in: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1246&context=animalscifacpub>>.

BARROT, H. G.; PRINGLE, E. M. The effects of temperature of environment during the first nine days after hatch. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 39, p. 153-161, 1949.

BAKER, D.H.; FERNANDEZ, S.R.; PARSONS, C.M. et al. Maintenance requirement for valine and efficiency of its use above maintenance for accretion of whole body valine and protein in young chicks. *Journal of Nutrition*, v.126, p.1844-1851, 1996.

BARRETO, S. L. T. et al. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase final de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, 2007.

BASAGLIA, R., Sakomura, N.K., Resende, K.T., Silva, R., Junqueira, O.M., 1998. Exigências de proteína para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade. *R. Bras. Zootec.* 27, 556-563.

- BERTECHINI, A.G. Nutrição de monogástricos. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006, p. 91.
- BERTECHINI, A. G. Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil. In: IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura. 2010. Lavras: Anais... Lavras, MG: 2010.
- BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos, 2 edn. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- BEZERRA, R M, COSTA F G P, GIVISIEZ P E N, GOULART C C, SANTOS R A, LIMA, M R. Glutamic acid supplementation on low protein diets for laying hens. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v.37, n.2 p.129-134, 2015. DOI: 10.4025/actascianimsci.v37i2.25911.
- BELO, M. T. S.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G. Níveis de metionina em rações de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase inicial de postura. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, MG, v. 24, n. 4, p. 1068-1078, 2000.
- BOORMAN, K.N., 1981. Dietary constraints on nitrogen retention, in: Buttery, P.J., Lindsay, D.B. (Eds.), Protein deposition in animals. London: Butterworths, pp. 147-166.
- BORGES, S. A. Balanço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. 2001.
- BRAZILIAN INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND STATISTICS (IBGE). Municipal livestock production 2015. Rio de Janeiro, v.43, p.1-49, 2016. Available in: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf>.
- BLAXTER, K. Energy metabolism in animal and man. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 336p.
- CARDOSO A S, COSTA F G P, LIMA M R, NOGUEIRA E T, SANTOS C S, SOUSA R B, LIMA R C, VIEIRA D V G. Nutritional requirement of digestible threonine for white egg layers of 60 to 76 weeks of age. **Journal Applied Poultry Research**. v.23, n.4 p.724-728, 2014a. DOI: 10.3382/japr.2014-01011.
- CARDOSO A S, COSTA F G P, SILVA J H V, SARIAVA E P, NOGUEIRA E T, SANTOS C S, LIMA M R, VIEIRA D V G. Nutritional requirement of digestible tryptophan for white-egg layers of 60 to 76 weeks of age. **Journal Applied Poultry Research**. v.23, n.4, p.729-734, 2014b. DOI: 10.3382/japr.2014-01012.
- CARCALHO, L. S. S. Nutrição de poedeiras em clima quente. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 9, 1-15. 2012.
- CARIOCA, S. T. et al. Influência dos níveis energéticos e protéicos em rações de poedeiras leves em Manaus. *Archivos de Zootecnia*, Cordoba, v. 59, n. 227, p. 455- 458, 2010.
- CAPELLOCI, R. G. et al. O nível protéico da dieta pode alterar o desempenho de codornas japonesas? *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, n. 2, 2004.

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*, Belo Horizonte, MG, v. 57, n. 2, p. 266-272, 2005.

COSTA, M. S. Efeito das condições ambientais tropicais na fisiologia e rendimento das poedeira, métodos para diminuir os efeitos prejudiciais das condições ambientais tropicais. In: *AVICULTURA NAS REGIÕES TROPICAIS*. Campinas: Fundação Cargil. 1980. 121p.

COSTA F G P, RODRIGUES V P, GOULART C C, NETO R C L, SOUZA J G, SILVA J H V. Digestible lysine requirements for laying Japanese quails. **Brazilian Journal of Animal Science**. v.37, n.12, p.2136-2140. 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008001200009.

CHENG, T. K.; HAMRE, M. L.; COON, C. N. Effect of environmental temperature, dietary protein, and energy levels on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 6, p. 1-17, 1997a.

CHENG, T. K.; HAMRE, M. L.; COON, C. N. Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 6, p. 18-33, 1997b.

CHENG, T. K.; HAMRE, M. L.; COON, C. N. Effect of constant and cyclic environmental temperatures, dietary protein, and amino acid levels on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 8, p. 426-439, 1999.

DEMUNER L F. **Growth curves adjustment and nutrient deposition in broilers strains with economic analysis**. 2016. 141p. Doctoral Thesis (Doctoral in Animal Science). Faculty of Animal Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga. Available in: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-03112016-140320/pt-br.php>>

DODDS, P.S.; ROTHMAN, D.H.; WEITZ, J.S. Re-examination of the "3/4-law": of Metabolism. *Journal of Theoretical Biology*; v.209, p.9-27, 2001.

DRUMOND E S C, GONÇALVES F M, VELOSO R C. Growth curve for quails. **Rural Science**. v.43, n.10, p.1872-1877, 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782013001000023.

EMMANS, G.C.; FISHER, C. Problems in nutritional theory. In: *Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research*. (Eds Fisher, C.; Boorman, K.N.), p. 9-39. (Oxford, Butterworths). 1986.

EMMANS, G.C. Growth, body composition and feed intake. *World's Poultry Science Journal*, v. 43, p.208-227, 1987.

EMMANS, G.C. Problems in modeling the growth of poultry. *World's Poultry Science Journal*, v.51, p.77-89, 1995.

FARIA FILHO, D. E. Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente. 2003. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FILARDI, R.S., SAKOMURA, N.K., BASAGLIA, R., RESENDE, K.T., SANCHES, A., 2000. Equação de predição das exigências de proteína bruta para matrizes pesadas em crescimento. R. Bras. Zootec. 29, 2308-2315.

FERNANDES, M.H.M.R.; TORO-VELASQUEZ, P.A. Metabolismo Energético. In SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA F.P.G.; FERNANDES, J.B.K., HAUSCHILD L. (Ed.). Nutrição de não-ruminantes. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2014. cap. 1, p 7994.

FULLER, M. F. The encyclopedia of farm animal production. Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing, 2004. 620 p.

FURLAN R. L e MACARI M. Termorregulação. In: Macari M, Furlan RL, GONZALES E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte, 2ª edição. Jaboticabal: Funep/Unesp. 2002.

FURLAN, R. L. Influência do calor na fisiologia de poedeiras. In: Curso de atualização em avicultura para postura comercial. Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 2005, p. 96-118.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: Macari, M.; Furlan R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2ed. Jaboticabal: Funesp, p.209-230, 2008.

FREITAS, A. C. et al. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 838-846, 2005.

FLAUZINA L. P. Desempenho produtivo e biometria de vísceras de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta. 46f. [Dissertação] Brasília (DF): Universidade de Brasília, 2007.

GARCIA, E. R. M.; MURAKAMI, A. E.; GALLI, J. R.; OLIVEIRA, C. A. L.; MARTINS, E. N. Efeito do nível energético e da densidade populacional sobre o desempenho de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.2, suplemento 2, p.47, 2000.

GARCIA, A.R.; DALE, N. Foot ash as a means of quantifying bone mineralization in chicks. **Journal of Applied Poultry Research**. Athens, v.15, p. 103-109,2006.

GOUS R M, MORAN JR. E T, STILBORN H R, BRADFORD G D, EMMANS G C. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. **British Journal of Poultry Science**. v.78, n.6, p.812-821, 1998. DOI: doi.org/10.1093/ps/78.6.812

GONZALES, E. Interferência do calor na nutrição de poedeiras. In: Curso de atualização em avicultura para postura comercial, 2, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2005, p. 119-140.

GRIESER, D.O. **Growth and composition study body of codornas lines cutting and posting**. 2012. 109p. Dissertation (Master in Animal Science) Center Of Agricultural Sciences - State University of Maringá, Maringá. Available in: <<http://www.ppz.uem.br/trabalhos-de-conclusao/dissertacoes/2012/daiane-de-oliveira-grieser>>.

HEADY, H.F. Rangeland Management. USA: McGraw-Hill Book Company, 1975.

HAUSCHILD, L.; POMAR, C.; LOVATTO, P.A. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. *Animal*, v.4, n.5, p.714 - 723, 2010.

HURTADO, N.V.L.; TORRES, N.D.M., CASTRO, R.A.S. Efecto de los niveles de energía metabolizable y proteína sobre el desempeño zootécnico de codornices em postura. *Ciencia y Agricultura*, v.11, p.9-16, 2014.

HURTADO, N.V.L.; TORRES, N.D.M.; DAZA, G.M.F. Efectos de la proteína bruta y energía metabolizable sobre la calidad del huevo de codorniz. *Orinoquia*; v.19, p.195-202, 2015.

JALAL, M.A.; SCHEIDELER, S.E.; MARX, D. Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. *Poultry Science*, v.85, p.306-311, 2006.

JÁCOME, I. M. T. D., FURTADO, D. A., LEAL, A. F., SILVA, J. H. V. & MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11, 527-531, 2007.

JARDIM FILHO R M, STRINGHINI J H, ANDRADE M A, NUNES A B, LEANDRO N S M, BARCELLOS B. Egg quality, blood biochemical parameters and reproductive tract development for Lohmann LSL hens fed increasing levels of digestible lysine. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v.30, n.1, p.25-31, 2008. DOI: 10.4025/actascianimsci.v30i1.3596

JANCZAK, AM.M.; RIBER. A.B. Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science*, Oxford, v. 14541469, 2015.

JORGE NETO, G. Aspectos nutricionais que afetam as características específicas do ovo de incubação. In: COFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p.145-164.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. et al. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.04, p.1728-1734, 2006 (supl.).

JORDÃO FILHO J, SILVA J H V, COSTA F G P, SAKOMURA N K, SILVA C T, CHAGAS N A. Prediction equations to estimate the demand of energy and crude protein for maintenance, gain and egg production for laying Japanese quails. **Brazilian Journal of Animal Science**. v.40, n.11, p.2423-2430, 2011a. DOI: 10.1590/S1516-35982011001100020.

JORDÃO FILHO J, SILVA J H V, SILVA C T, COSTA, F G P, SOUSA J M B, GIVISIEZ, P E N. Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. **Brazilian Journal of Animal Science**. v.40, n.11, p.2415-2422, 2011a. DOI: 10.1590/S1516-35982011001100019.

JOINER, W. P.; HUSTON, M. R. The influence of high environmental temperatures on immature domestic fowl. *Poultry Science*, Champaign, v. 36, n. 8, p. 973-978, 1957.

KRIMPEN, M. M. et al. Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behavior and feather damage of rearing and laying hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 88, p. 759-773, 2009.

- LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L. Uso de vitaminas e minerais em dietas para frangos de corte em ambientes quentes. *Boletim de Indústria Animal*, v. 64, n. 2, p. 159-166, 2007.
- LEKSRISOMPONG, N. Effects of Feeder Space and Feeding Programs During Rearing and Laying On Broiler Breeder Reproductive Performance and Livability. North Carolina State University, 2010. xviii, p.197.
- LIMA, H.J.D; BARRETO, S.L.T; VALERIANO, M.H; VIEIRA, D.V.G; COSTA, S.L. Densidade de alojamento de codornas japonesas na fase inicial de postura. *Global Science and Technology*, v. 5, p.186-193, 2012.
- LIMA R C, COSTA F G P, GOULART C C, CAVALCANTE L E, FREITAS E R, SILVA J H V, DANTAS L S, RODRIGUES V P. Nutritional requirement of crude protein for japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in the production phase. **Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science**. v.66, n.4, p.1234-1242, 2014. DOI: 10.1590/1678-6414.
- LOPEZ, G.; LEESON, S. Nitrogen content of manure from older broiler breeders fed varying quantities of crude protein. *Journal Applied Poultry Research*, v.4, p.390-394, 1995.
- LONGO F A, SAKOMURA N K, FIGUEIREDO A N, RABELLO C B V, FERRAUDO A S. Prediction Equations for Protein Requirements on Broilers. **Brazilian Journal of Animal Science**. v.30, n.5, p.1521-1530, 2001. DOI: 10.1590/S1516-35982001000600020.
- MAIORKA, A. Efeito da forma física, nível de energia em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis no desempenho e composição de carcaças de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade. 115f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- MACLEOD, M.G. 1990. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 20°C in growing fowl given diets with range of energy and protein contents. *Brit. J. Nutr.*, 64:625-637.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 1. ed. Jaboticabal, SP: Funep, 1994.
- MACARI, M. Água de beber na dose certa. *Aves & Ovos*. São Paulo, APA- Associação Paulista de Avicultura. Ano XI, n. 6, abril, p. 40-48, 1995.
- MACARI, M. et al., Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. 2004. In: Mendes, A. A.; Naas, I. A.; Macari, M. Produção de frangos de corte. Campinas: Facta, 137-156, 2004.
- MARCATO I S M, SAKOMURAI N K, FERNANDES J B K, SIQUEIRA J C, DOURADO L R B, FREITAS E R. Growth and nutrients deposition on organs of two commercial strains of broiler chickens. **Brazilian Journal of Animal Science**. v.39, n.5, p.1082-1091, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000500019.
- MARIZ C B L, SILVA J H V, FILHO J J, LIMA M R, COSTA F G P. P and Ca requirements for Japanese quail. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.101, n.2, p.389-400, 2016. DOI: 10.1111/jpn.12446

MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A. Nutrição de aves em climas quentes. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. 1ª ed., Jaboticabal (SP): SBEA, FUNEP, v.1, 2001, 200p.

MIGNON-GRASTEAU S, BEAUMONT C, LE BIHAN-DUVAL E, POIVEY J P, ROCHAMBEAU H, RICARD F H. Genetic Parameters of Growth Curve Parameters in Male and Female Chickens. **British Poultry Science**. v.40, n.1 p.44-51, 1999. DOI: 10.1080/00071669987827.

MIGNON-GRASTEAU S, PILES M, VARONA L, ROCHAMBEAU H, POIVEY J P, BLASCO A, BEAUMONT C. Genetic Analysis of growth curve parameters for male and female chickens from selection on shape of growth curve. **Journal Animal Science**, v.78, n.10, p.2515-2524, 2000. Available in: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/11048915/>>.

MORAIS J, FERREIRA P B, JACOME I M T D, MELLO R, BREDAS F C, RORATO P R N. Growth curve of different strains of broiler chickens. **Rural Science**. vol.45, n.10, p.1872-1878, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20130867.

MOTA L F M, ALCÂNTARA D C, ABREU L R A, COSTA L S, PIRES A V, BONAFÉ C M, SILVA M A, PINHEIRO S R F. Growth comparison of different genetic groups using nonlinear models. **Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science**. v.67, n.5, p.1372-1380. DOI: 10.1590/1678-4162-7534

MURAKAMI, A. E. et al., Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 541-551, 1993.

MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. Produção de codornas japonesas. Jaboticabal: Funep, 1998.

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

NASCIMENTO, A.H.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; RUNHO, R.C.; POZZA, P.C. Energia Metabolizável e Relação Energia: Proteína Bruta nas Fases Pré-Inicial e Inicial de Frangos de Corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.4, p.911-918, 2004.

NEME R, SAKOMURA N K, FUKAYAMA E H, FREITAS E R, FIALHO F B, RESENDE K T, FERNANDES J B K. Growth curves and deposition of body components in pullets of different strains. **Brazilian Journal of Animal Science**. v.35, n.3, suppl.0, p.1091-1100, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000400021.

NETO, G.J. Aspectos nutricionais que afetam as características específicas do ovo de incubação. In: COFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p.145-164.

NIETO, R.; PRIETO, C.; FERNANDEZ-FÍGARES, I. et al. Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chickens. *British Journal Nutrition*, v.74, n.1, p.163-172, 1995.

NIU, Z. Y.; LIU, F. Z.; YAN, Q. L.; e LI, W. C. Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. *Poultry science*, Champaign, v. 88, n. 10, p. 2101-2107, 2009.

NOBREBA.I.P.D, SILVA.E.P E SAKOMURA N K. Partição da energia metabolizável para codornas japonesas na fase de produção de ovos. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2018. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2018.

OLIVEIRA, B. L. Manejo racional e produtividade das codornas (*Coturnix coturnix japonica*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, Lavras. Anais. Lavras: UFLA, p.77-84, 2002.

OMIDIWURA, B.R.O.; ODU, O.; AGBOOLA, A.F.; AKINBOLA, D.D.; IYAYI, E.A. Crude protein and energy requirements of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during rearing period. *World Poultry Research*, v.6, p.131-138, 2016.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P. de; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. *Revista eletrônica nutritime*. vol.9, n.6, p.2041–2049, Nov./Dez.2012.

PAVAN, A. C. et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 568-574, 2005.

PESTI G. M. Response surface approach to studying the protein and energy requirements of laying hens. *Poultry Science* 1991. 70 (1):103-114.

PENZ JR., A.M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos de corte e matrizes. Manipulação do equilíbrio ácido-base. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1989, Campinas. Anais. Campinas: APINCO, 1989. p.139-146.

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.

PINTO, R. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1166-1173, 2003.

POMAR, C et al. Modeling stochasticity: dealing with populations rather than individual pigs. **Journal of animal Science**, Champaign, v. 81, n. 14, p E178-E186, fev.2003.

RABELLO, C.B.V.; SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RESENDE, K.T. Efeito da temperatura ambiente e do sistema de criação sobre as exigências de energia metabolizável para manutenção de aves reprodutoras pesadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.33, p. 382–390, 2004.

RABELO, L. S., BORGES, A. L. C., GONÇALVES, L. C., MAHADO, G. S., DELGADO, L. P., FERREIRA, J. J., BORGES, I., RODRIGUEZ, N. M., GRAÇA, D. S. & SALIBA, E. O. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para novilhas em crescimento das raças Guzerá e Holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59, 395-405. 2007.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLE, T.T.; PIRES. A.V.; OLIVEIRA, S.J. *Nutrição de Ruminantes*. 1 ed. São Paulo: ProEditora, 2006, p. 311-332.

RIBEIRO, A. M. L.; VOGT, L.K.; CANAL, C.W.; LAGA-NÁ, C.; STRECK, A.F. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imu-

nocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 4, p. 636-644, 2008.

RIBEIRO, P. A. P. et al. Efeitos de níveis de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais no início de postura. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2009, São Pedro. Anais... São Pedro, APA, 2009, p. 239-242, a.

RIBEIRO, P. A. P. et al. Efeitos de níveis de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais no período final de postura. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2009, São Pedro. Anais... São Pedro, APA, 2009, p. 243-246, b.

RODRIGUES, C.V. Distribuição espacial e bem-estar de aves poedeiras em condições de estresse e conforto térmico utilizando Visão Computacional e Inteligência Artificial. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”), Piracicaba, 2006.

ROSTAGNO H S, ALBINO L F T, MELISSA I H, DONZELE J L, OLIVEIRA R F, LOPES D.C, FERREIRA A,S, BARRETO S L T,. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigencias nutricionais. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.141p.

ROSTAGNO H S, ALBINO L F T, MELISSA I H, DONZELE J L, OLIVEIRA R F, LOPES D.C, FERREIRA A,S, BARRETO S L T,. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigencias nutricionais. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005.186p.

ROSTAGNO H S, ALBINO L F T, MELISSA I H, DONZELE J L, OLIVEIRA R F, LOPES D.C, FERREIRA A,S, BARRETO S L T, EUCLIDES R,F. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigencias nutricionais. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

ROSTAGNO H S, ALBINO L F T, MELISSA I H, DONZELE J L, SAKOMURA N K, COSTA F G P, SARAIVA A, TEIXEIRA M L, RODRIGUES P B, OLIVEIRA R F, BARRETO S L T, BRITO C O. **Brazilian Poultry and Pork Tables.** 4st edition. Publishing company UFV. Viçosa, MG, 488p. 2017.

SAKOMURA, N.K. Exigências nutricionais das aves utilizando o modelo fatorial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, Viçosa, MG. p.361-388. 1996, Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996.

SAKOMURA, N K, BASAGLIA R, RESENDE K T. Modelling protein utilization in laying hens. **Brazilian Journal of Animal Science.** v.31, n.6, p.2247-2254, 2002. DOI: dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000900013.

SAKOMURA NK, Silva R, COUTO HP, Coon C, PACHECO CR. Modelagem da utilização de energia metabolizável em frangas de matrizes. *Ciência das Aves* 2003; 82: 419-427.

SAKOMURA, N.K.; BASAGLIA, R.; SÁ-FONTES, C.M.L. et al. Modelo para estimar as exigências de energia metabolizável para poedeiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.2, p.575-583, 2005.

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

SAKOMURA, N.K.; HAUSCHILD L.; BONATO, M.A. Modelagem da Utilização da Energia nas Aves. In SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA F.P.G.; FERNANDES, J.B.K., HAUSCHILD L. (Ed.). Nutrição de não-ruminantes. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2014. cap. 1, p 315-329.

SAKOMURA N K, ROSTAGNO H S. **Research Methods in Monogastric Nutrition**. 2st edition. Publishing company Funep. Jaboticabal, SP, 2016. 262p.

SANTOS I C L, MACIEL W C, GOMES V S, SAMPAIO F P, MACHADO D N, LIMA S V G, LOPES E S, SILVA R C R, BEZERRA W G A, TEIXEIRA R S C. Regression of the reproductive tract of European quails (*Coturnix coturnix*) submitted to forced molting by wheat bran diet. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.8, n.2, p.101-106, 2014. Available in: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/avb/article/view/22704/23512>>.

SARTORI, J. R. Efeito da restrição alimentar na fase final de criação de frangos de corte machos sobre o desempenho, mortalidade e rendimento de carcaça. Botucatu. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Câmpus de Botucatu. 1996.

SAS – **Statistic Analysis System: Release 9.1.3 (software)**. Cary: SasInstitute, 2009. 620p

SAHIN, K.; SAHIN, N.; KUÇUK, O. Effect of chromium and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites and antioxidant status of broiler chickens reared at a high environmental temperature (32°C). *Nutrition Research*, v. 23, n. 2, p. 225-238, 2003.

SAHIN, K.; ONDERCI, M.; SAHIN, N.; GULCU, F.; YILDIZ, N.; AVCI, M.; KUCUK, O. Responses of quail to dietary Vitamin E and zinc picolinate at different environmental temperatures. *Animal Feed Science and Technology*, v. 129, n. 1–2, p. 39-48, 2006.

SILVA, R. Exigências de energia metabolizável para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1995. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1995.

SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.G.; COSTA, F.G.P.; DUTRA JÚNIOR, W.M. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1912-1918, 2003.

SILVA J H V, SILVA M B, JORDÃO FILHO J, SILVA E L, ANDRADE I S, MELO D A, RIBEIRO M L G, ROCHA M R F, COSTA F G P, JÚNIOR W M D. Maintenance and weight gain of crude protein and metabolizable energy requirements of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) from 1 to 12 days of age. **Brazilian Journal of Animal Science**. v.33, n.5, p.1209-1219, 2004a. DOI: 10.1590/S1516-35982004000500013.

SILVA J H V, SILVA M B, JORDÃO FILHO J, SILVA E L, ANDRADE I S, MELO D A, RIBEIRO M L G, ROCHA M R F, COSTA F G P, JÚNIOR W M D. Maintenance and weight gain in crude protein and metabolizable energy requirements of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) from 15 to 32 days of age. **Brazilian Journal of Animal Science**. v.33, n.5, p.1120-1230, 2004b. DOI: 10.1590/S1516-35982004000500014.

SILVA D J, QUEIROZ A C. **Food analysis: chemical and biological methods**. 3st edition. Publishing company UFV. Viçosa, MG, 2006. 235p.

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

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B. de; VARGAS, D.G.V. Exigências nutricionais de codornas. In: XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia-ZOOTEC, 21, 2011, Maceió. Anais... Maceió: UFAL, 2011.

SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. AVES E OVOS. In.: Schoffen-Enke, D.B.; Dutra, D.G.; Freitas, L.C. Criação de codornas. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL. 2005, p.3543.

SOUSA JÚNIOR F. N. Bicarbonato de sódio associado ao cloreto de amônio em rações para frangos de corte sob condições naturais de estresse calórico. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI. 2006.

SCOTT, M.L., NESHEIM, M.C., YOUNG, R.J., 1982. Nutrition of the Chicken. 3rd ed. M.L. Scott & Associates, Ithaca, NY.

SMITH, M.O.; TEETER, R.G. Carbon dioxide, ammonium chloride, potassium chloride, and performance of heat distressed broilers. Journal of Applied Poultry Research, v.2, p.61-66, 1993.

STRINGUINI, J. H. et al. Níveis de energia metabolizável e de metionina em rações para codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. Acta Scientiarum, Maringá, v. 20, n. 3, p. 407-411, 1998.

TARDIN, A. C. Conceituação e importância da energia na nutrição das aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1995, p. 213-239.

TENGERDY, R. P. Vitamin E, immune response, and disease resistance. Annals of the New York Academy of Sciences, v.570, n.2, p.335-344, 1989.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v. 3, n. 1, p. 01-26, jan. /abr. 2001.

THOLON P, QUEIROZ S A. Mathematic models applied to describe growth curves in poultry applied to animal breeding. **Rural Science**. v.39, n.7, p.2261-2269, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009000700050.

VALÉRIO, S.R. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse por calor. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 361-371, 2003.

VIEIRA D V G, BARRETO S L T, VALERIANO M H, JESUS L F D, SILVA L F F, MENCALHA R, BARBOSA, K S, MENDES, R K V, CASSUCE M R, MELO T. Requirements for calcium and phosphorus available for Japanese quail of the 26 to 38 weeks of age. **Brazilian Journal of Animal Health and Production**. v.13, n.1, p.204-213, 2012. DOI: 10.1590/S1519-99402012000100018.

WOLYNETZ, M.S.; SIBBALD, I.R. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. *Poultry Science*, v.66, p.1961-1972, 1987.

WARPECHOWSKI, M.B. Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de cortes em crescimento. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 202p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

YUNianto, V.D.; HAYASHI, K.; KANEDA, A.; OHT-SUKA, A.; TOMITA, Y. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, v. 77, n. 6, p. 897-909, 1997.

Capítulo 2. Modelos matemáticos para prever as exigências de energia de codornas japonesas de 01 a 35 dias de idade

Mathematical models to predict the energy requirements of Japanese quails from 01-35 days age

Modelos matemáticos para predecir los requerimientos de energía de las codornices japonesas de 01 a 35 días de edad

Este capítulo está de acordo com as normas da revista *Research, Society and Development*, sendo aceito para publicação em julho de 2020.

Danilo Vargas Gonçalves Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7407-9597>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: danilovargaszo@hotmail.com

Everton José do Nascimento Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9045-4652>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: tobr27@yahoo.com.br

Rannyelle Gomes Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2717-0053>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: rannyellegomes@gmail.com

Venúcia de Diniella Santos Bourdon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9240-7251>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: venuciabourdonzootecnia@gmail.com

Thalita Rodrigues de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4216-2887>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: thalitarood@gmail.com

Kaynan Emanuel Campos da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7710-9798>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: kaynan.campus@uft.edu.br

Jossiel Santos Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1928-6366>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: jossiel.shancruz.1819@gmail.com

Tádia Emanuele Stivanin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1382-4573>

Universidade Estadual Paulista – Campus Jaboticabal, Brasil

E-mail: tstivanin@zootecnista.com.br

Tobias Aguiar Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1452-3772>

Vicami® Nordeste – Incubatório de Codornas, Brasil

E-mail: vicaminordeste@yahoo.com.br

Cassio Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1282-7043>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: cassio21_nascimento@hotmail.com

Kênia Ferreira Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2750-8870>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: rodrigueskf@uft.edu.br

Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5490-5492>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: betagmvvaz@yahoo.com.br

Matheus Ramalho de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9897-6209>

Universidade Federal do Sul da Bahia, Brasil

E-mail: mrlmatheus@gmail.com

Danilo Teixeira Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8102-3738>

Universidade Federal do Agreste Pernambuco, Brasil

E-mail: danilo.zootec@hotmail.com

Fernando Guilherme Perazzo Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4075-1792>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: perazzo63@gmail.com

Resumo

O objetivo do trabalho foi de estimar exigências de manutenção e ganho de energia nas fases: 01 a 15 e 15 a 35 dias de idade. Para a energia de manutenção, 240 codornas (por fase) foram utilizadas de acordo com delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (ad libitum, 75%, 50% e 25%), seis repetições, e dez codornas por unidade experimental (n=655). Grupo de abate comparativo (35 fase inicial; 25 fase crescimento). Para estimar a energia para ganho, foram abatidos grupos de 15 codornas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias de idade, na fase inicial, e grupos de 10 codornas aos 20, 25, 30 e 35 dias de idade, na fase de crescimento. Todo o abate foi realizado após jejum de 12 horas. A equação da energia retida em função do consumo possibilitou estimar uma perda de energia endógena em torno de 9,30 e 19,59 kcal/kg^{0,67}/dia e exigências de manutenção em 54,96 e 91,48 kcal/kg^{0,67}/dia, respectivamente para as fases inicial e crescimento. O coeficiente angular da reta obtido pela relação linear entre energia retida e peso da carcaça ao longo do tempo permitiu estimar as exigências de ganho de peso líquido em torno de 1,40 e 1,89 kcal/g, respectivamente, para as fases inicial e de crescimento. EMA (1–15d) = (54,96 × P^{0,67}) + (8,30 × GP). EMA (15-35d) = (92,11 × P^{0,67}) + (8,91 × GP). EMA - energia metabolizável aparente, (Kcal/codorna/d); P, peso vivo (kg); GP, ganho de peso (g/codorna/d).

Palavras-chave: Abate comparativo; energia metabolizável; equações de predição; exigência de ganho; exigência de manutenção.

Abstract

The objective of the work was to estimate maintenance and energy gain requirements in the phases: 01 to 15 and 15 to 35 days of age. For maintenance energy, 240 quails (per phase) were used according to a completely randomized design, with four treatments (ad libitum, 75%, 50% and 25%), six replicates, and ten quails per experimental unit (n = 655). Comparative slaughter group (35-initial phase; 25-growth phase). To estimate energy for gain, groups of 15 quails were slaughtered at 3, 6, 9, 12 and 15 days of age, in the initial phase, and groups of 10 quails at 20, 25, 30 and 35 days of age, in the growth phase. All slaughter was performed after a 12-hour fast. The equation of energy retained as a function of consumption made it possible to estimate an endogenous energy loss around 9.30 and 19.59 kcal/kg^{0.67}/day and maintenance requirements at 54.96 and 91.48 kcal/kg^{0.67}/day, respectively for the initial and growth phases. The angular coefficient of the line obtained by the linear relationship between energy retained and carcass weight over time allowed estimating the net weight gain requirements around 1.40 and 1.89 kcal/g, respectively, for the initial and growth. AME (1–15d) = (54.96 × W^{0.67}) + (8.30 × WG). AME

$(15-35d) = (92.11 \times W^{0.67}) + (8.91 \times WG)$. AME - apparent metabolizable energy, (Kcal/quail /d); W, live weight (kg); WG, weight gain (g/quail/d).

Keywords: Comparative slaughter; Gain requirement; Maintenance requirement; Metabolizable energy; Prediction equations.

Resumen

El objetivo del trabajo fue estimar los requisitos de mantenimiento y la ganancia de energía en las fases: 01 a 15 y 15 a 35 días de edad. Para la energía de mantenimiento, se utilizaron 240 codornices (por fase) de acuerdo con un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (ad libitum, 75%, 50% y 25%), seis réplicas y diez codornices por unidad experimental (n = 655). Grupo de sacrificio comparativo (35 fases iniciales; 25 fases de crecimiento). Para estimar la energía para la ganancia, se sacrificaron grupos de 15 codornices a los 3, 6, 9, 12 y 15 días de edad, en la fase inicial, y grupos de 10 codornices a los 20, 25, 30 y 35 días de edad, en la fase de crecimiento. Toda la matanza se realizó después de un ayuno de 12 horas. La ecuación de energía retenida en función del consumo permitió estimar una pérdida de energía endógena alrededor de 9.30 y 19.59 kcal/kg^{0.67}/día y requisitos de mantenimiento en 54.96 y 91.48 kcal/kg^{0.67}/día, respectivamente, para las fases iniciales y de crecimiento. El coeficiente angular de la línea obtenida por la relación lineal entre la energía retenida y el peso de la carcasa a lo largo del tiempo permitió estimar los requisitos de ganancia de peso neto alrededor de 1.40 y 1.89 kcal/g, respectivamente, para la inicial y crecimiento. EMA (1–15d) = $(54.96 \times P^{0.67}) + (8.30 \times GP)$. EMA (15-35d) = $(92.11 \times P^{0.67}) + (8.91 \times GP)$. EMA - energía metabolizable aparente, (Kcal/codorniz/d); P, peso vivo (kg); GP, aumento de peso (g/codorniz/d).

Palabras clave: Sacrificio comparativo; Energía metabolizable; Ecuaciones de predicción; Requisito de ganancia; Requisito de mantenimiento.

1. Introduction

The production of quails in Brazil in 2018 reached a total of 16.8 million heads, either for meat or eggs, and 297.3 million dozens of eggs, a growth of 3.9% compared to 2017, while the production of quail eggs fell 2.1% (IBGE, 2019).

Several methodologies of nutritional predictions that are applied to chickens and laying hens (Sakomura & Rostagno, 2016) are effective for use with quails, however they need a more careful evaluation, due to the peculiarities inherent to the Coturnix genus, in order to provide consistent results. Quails, whether intended for laying or cutting, have

early maturity that are related to the growth rate and size of the animals (Arango & Van Vleck, 2002; Tholon et al., 2012; Drumond et al., 2013; Mota et al., 2015; Demuner et al., 2017; Grieser et al., 2017; Grieser et al., 2018), therefore, smaller animals have higher growth rates and younger age until maturity.

Early growth is related to the time it takes the animal to reach sexual maturity, it is a guiding parameter in breeding programs and also denotes different nutritional needs for the animals. In this sense, the models that describe growth curves (Drumond et al., 2013; Mota et al., 2015; Demuner et al., 2017; Grieser et al., 2018) validate the premise that each species/lineage, category animal has different nutritional needs.

Because of these peculiarities, the literature presents two methods of predictions, namely: the dose-response method, which is based on the performance of birds in response to increasing levels of intake of a certain nutrient in a basal diet, and then a model is applied mathematician to assist in the interpretation of results which can maintain influence on the estimates (Fisher et al., 1973; D'Mello, 1994; Morris, 1989, Pack, 1996).

In this procedure, the maintenance and weight gain needs of the birds per phase are not considered, that is, this method is very conservative, since the maintenance, gain and production estimates are obtained together with possible replication only under conditions similar to that of original experiment, being one of the biggest drawbacks of this method (Gous, 1998).

The factorial method of estimating predictions differs from dose-response because it is possible to estimate nutritional predictions by separating the components of maintenance, gain and production (Sakomura & Rostagno, 2016), and may also include other variables in the models, such as temperature and humidity (Filho et al., 2011a, 2011b), being simplified representations of the understanding of animal metabolism (Oviedo-Rondón & Waldroup 2002).

The development of prediction models based on the factorial methodology gains importance due to the flexibility and simplicity of use, which can be manipulated by poultry technicians, who, with the model and the calculator, can obtain, indirectly and quickly, the nutritional requirements of the birds and updating the formulations, without the need for biological tests (experiments) and laboratory analyzes (Silva et al., 2004a, 2004b; Filho et al., 2011a, 2011b).

In the literature, it is possible to find available models for predicting nutritional needs based on the factorial methodology for broilers (Longo et al., 2001), growing quails (Silva et al. 2004a, 2004b), laying hens (Sakomura et al., 2002) and Japanese and European quails in growth and laying (Filho et al., 2011a, 2011b), these authors suggested that the

metabolic rate or metabolic weight (relationship between weight and body surface) is related to 3/4 of weight, that is, they suggest that the metabolic weight is $\text{Kg}^{0.75}$.

However, Dodds (2001) in an extensive review on the topic suggests that the metabolic rate in animals with a body weight below 10 kilos is related to 2/3 and not 3/4 of their weights.

Nóbrega et al., (2018) working with quails, suggested that when the metabolic weight ($\text{kg}^{0.67}$) was used, the amount of energy retained in the body, retained in the egg, retained in total and the production of heat, increased in relation to the use of weight rate metabolic rate of $\text{kg}^{0.75}$.

Few data are available on the nutritional requirements of Japanese quails, based on the factorial methodology. Given the above, this research aims to develop models of energy-nutritional requirements for Japanese quails from 01 to 35 days old, using the factorial methodology.

2. Materials and Methods

This work was identified as field research, carried out in an Experimental Shed, with qualitative and quantitative treatments (Pereira et al., 2018). The experiment was conducted at the Poultry Sector of the School of Veterinary Medicine and Animal Science at the Federal University of Tocantins (FUT), Araguaina/TO, Brazil.

The experiment was carried out from November 19 to December 22, 2019. The research project was approved and registered with the FUT Animal Use Ethics Committee, under nº 23.101.00179/2.017-53.

The experimental shed had blue side curtains and was equipped with 24 galvanized wire cages. They measured 0.52x0.51x0.3m (0.26 m^2 /quail) and had an incandescent lamp of 70 W/each. The quails were weighed and distributed in the cages listed and labeled according to the treatments and their repetitions according to the average weight of each batch, in order to determine the energy needs for maintenance.

Quails designed to establish the need for energy for gain were placed on the floor covered with wood shavings. The space was equipped with 70 W incandescent lamps. The shed had 70 w incandescent lamps, drinking fountains and pressure feeders. The water and the diet were provided at will for the quails present in this environment.

A commercial digital thermo-hygrometer was used to measure the ambient air temperature and relative humidity twice a day (8 am and 4 pm) during the experimental period. The experimental diets (Table 1) were formulated according to the Brazilian Table for Poultry and Swine (Rostagno et al., 2017).

Table 1. Chemical composition and percentage of experimental diets.

Ingredients (g/100g)	01-15 days age	15-36 days age
	Percent composition of diets	
Corn	57.805	59.811
Soybean meal	36.862	36.082
Degummed oil	1.278	0.763
Dicalcium phosphate	2.207	1.749
Calcitic limestone	1.099	0.923
Common salt	0.483	0.506
DL-Methionine 99%	0.161	0.113
L-Lysine HCl 78%	0.063	0.005
L-Threonine 98.5%	0.002	0.009
Premix†	0.040	0.040
Total	100.00	100.00
Nutrients (%)	Chemical composition of diets g/kg dried matter	
Metabolizable energy (Mcal/kg of diet)	2.9	2.9
Crude protein	21.28	21.09
Calcium	1.092	0.911
Available phosphorus	0.513	0.428
Sodium	0.205	0.214
Potassium	0.860	0.852
Chlorine	0.371	0.374
Electrolytic balance (mEq/kg)	204.50	290.35
Digestible lysine	1.095	1.034
Digestible methionine + cystine	0.744	0.693
Digestible threonine	0.733	0.734
Digestible valine	0.898	0.889
Digestible isoleucine	0.835	0.826
Digestible tryptophan	0.245	0.242
Digestible arginine	1.343	1.326
Digestible histidine	0.522	0.518
Digestible glycine + serine	1.734	1.716
Digestible phenylalanine + tyrosine	1.722	1.705
Digestible leucine	1.680	1.674

†Composition per 100kg: Manganese 18.17mg, Zinc 17.50mg, Iron 11.25mg, Copper 2,000mg, Iodine 187.50mg, Selenium 75mg, Vitamin A 1,400 IU, Vitamin D3 300 IU, Vitamin E 2.50mg, Vitamin K3 300mg, Vitamin B1 380mg, Vitamin B2 1,000mg, Vitamin B5 520mg, Vitamin B12 2,000mg, Folic acid 162.50mg, Pantothenic acid 2,600mg, Niacin 7,000mg, Choline, 593.49mg, Antioxidant additive 25mg, Halquinol 7,500mg, Salinomycin 16.50mg. Source: own research.

A total of 655 female Japanese quails were used. The experiment was divided into two parts, the first (1 to 15 days old) using 350 quails with an initial average weight of 6.71 ± 0.5 g / quail, where 240 were placed in the cages, 75 on the floor and 35 slaughtered at 1 day of life to be part of the reference slaughter of the initial phase.

In the second phase (15 to 35 days of age), 305 female quails with an average initial weight of 46.84 ± 0.5 g / quail were used; 240, 40 and 25 which correspond, respectively, to the total number of quails to estimate the needs of the reference maintenance, gain and slaughter group.

The energy needs for quail maintenance and gain in the aforementioned phases were estimated using the comparative slaughter methodology, which uses a single feed (isoenergetic and isoprotein) with levels of consumption supply at will, even below maintenance (Silva et al., 2004ab, Albino et al., 1994) and slaughter at the beginning and end of the experimental period (Sakomura & Rostagno 2016). For this, a group of 35

quails (initial phase) were slaughtered at 1 day of age (reference slaughter), and all quails in the plots were slaughtered at the end of the experiment when the birds were 15 days old. For the growth phase, a group of 25 quails was slaughtered at 15 days of age (reference slaughter), and all quails in the plots were slaughtered at the end of the experiment when they reached 35 days of age.

At the end of each phase, quails were fasted for 12 hours of solids, weighed again and slaughtered by cervical dislocation, avoiding the loss of blood and feathers, to allow the assessment of nutrient deposition in the carcass.

The quails used to estimate the maintenance energy in the initial and growing phases were distributed in the cages and received the treatments according to a completely randomized design (DIC), with four levels of feed supply (ad libitum, 75, 50 and 25% of consumption ad libitum), six repetitions with ten quails per experimental unit.

The requirement for gain was determined by serial slaughter to verify nutrient retention throughout the period (Albino et al., 1994a, Baker et al., 1996, Silva et al., 2004). 75 quails were used to estimate the energy needs for gain in the initial phase with the slaughter of 15 animals every three days (3, 6, 9, 12 and 15 days of age) and 40 quails in the growth phase with slaughter of 10 quails every five days (20, 25, 30 and 35 days old).

The slaughtered carcasses were identified, packed in plastic bags, stored in a freezer, and then shredded twice in a meat shredder (industrial cutter), weighed and placed in a forced ventilation oven at 55°C for approximately 72 hours to perform the procedure. pre-drying and then grinding in a Willey mill.

Ahead, the samples were processed two more times in the meat grinder and once in the mill to obtain more homogeneous samples for further chemical analysis (AOAC, 2005) and measurement of the raw energy values of the samples in the calorimetric pump of the animal nutrition laboratory from the Federal University of Tocantins (FUT), Campus of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (EMVZ) of Araguaína.

With the data obtained, it was possible to calculate feed intake (g/quail/day), metabolizable energy consumption (kcal/quail/day), retained energy (kcal/quail/day), heat production (kcal/quail/day), gross carcass energy (kcal/g), carcass dry matter (%) and fasting quail weight (g/quail).

The energy requirement for maintenance (E_m) was obtained by linear regression (equation) of retention as a function of energy consumption. Making an extrapolation for retention equal to zero, the need for maintenance was given by the 'a/b' ratio expressed in metabolic weight $\text{Kg}^{0.67}$ (Dodds, Rothman and Weitz, 2001).

This expression of maintenance with metabolic weight is related to body mass and takes into account the allometric growth of the animal, that is, this characteristic provides a better means of comparison between animals of different ages, since smaller animals produce more heat and consume more food per body size unit than larger animals (HEADY, 1975). The efficiency of use (kg) of energy actually used by the animal was given by parameter 'b' of the referred equation.

The need for net maintenance energy (LMe), or the loss of energy in the form of heat, was estimated by the exponential relationship of heat production as a function of energy consumption expressed in metabolic weight. The efficiency of using Em from the diet in ELm was given by the relationship between the requirements of LMe/Em.

The net energy for gain (LEg) was determined as the slope of the linear ratio of gross body energy (parameter "b" of the equation) as a function of the fasted carcass weight. The food or dietary need for gain was obtained considering the efficiency of energy use for maintenance (LEg/kg).

The metabolic weight (Kim, 1995) of the initial and growth phase was estimated as respectively $[(0.0067 + 0.04626) / 2]^{0.67} = 0.088$ kg and $[(0.0484 + 0.11075) / 2]^{0.67} = 0.183$ kg.

The errors were submitted to the Kolmogorov–Smirnov's normality test ($\alpha = 0.01$). The homogeneity of variances was evaluated by the Levene's test ($\alpha = 0.01$), and all variables showed a normal distribution of errors and homoscedasticity (SAS, 9.0, Proc GLM).

Linear and exponential equations ($\alpha = 0.01$) were estimated (SAS, 9.0, Proc NLin), and graphs were made using the Excel 2019 software. All proposed models had a significant effect (t-test, $\alpha = 0.01$) on the parameters of the equations ' β_0 ' and ' β_1 ', with a probability of $P < 0.05$.

3. Resulted e Discussion

Ambient air temperatures and relative, minimum and maximum relative air humidity observed during the phases under study, respectively, were 24.05, 22.1 and 35.2°C, humidity was 84.9, 73 and 95 %.

It is possible to observe (Table 2) a significant drop in the live weight of the carcass, in the consumption of feed and metabolizable energy, in the retained energy, in the gross body energy and heat production of Japanese quails from 01 to 35 days old. Such

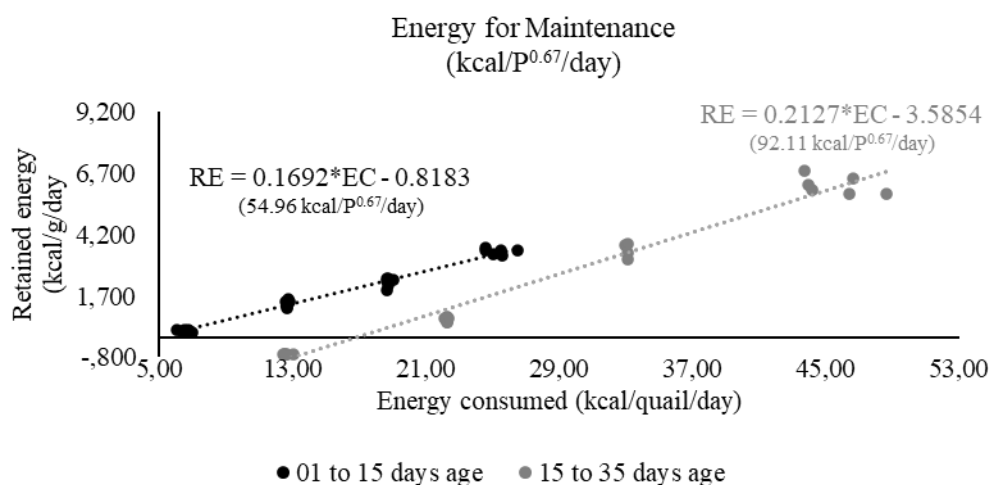
reductions were also observed by (Silva et al., 2004a, 2004b; Longo et al., 2006; Filho et al., 2011a, 2011b; Sakomura et al., 2005).

A drop in the feed consumption of the quails, and consequently, a drop in energy intake accompany the drop observed in these variables (Table 2). This finding is relevant and valid for the method used to understand the phases of animal metabolism: maintenance and weight gain in the phases, one to 15, and 15 to 35 days of age.

The estimated maintenance requirement for energy for quails in the initial (01 to 15 days old) phase ($RE = (0.1692 \pm 0.004) \times EC - (0.8183 \pm 0.082)$, adjusted $r^2 = 0.98$) and was estimated in relation to the metabolic weight (0.088 kg/quail) in 54.96 kcal/kg^{0.67}/quail/day (Figure 1), where RE is the energy retained and EC the energy consumed.

The estimated maintenance requirement for energy for quails in the growth (15 to 35 days old) phase ($RE = (0.2127 \pm 0.007) \times EC - (3.5854 \pm 0.232)$, adjusted $r^2 = 0.97$) and was estimated in relation to the metabolic weight (0.183 kg/quail) in 92.11 kcal/kg^{0.67}/quail/day (Figure 1), where RE is the energy retained and EC the energy consumed.

Figure 1. Relationship between energy retention in the carcass and metabolizable energy consumption of quails Japanese from 01 to 35 days age.



Source: own research.

Silva et al. (2004a) for quails in the initial phase (1 to 12 days old) estimated maintenance at 77.07 kcal/kg^{0.75}/day. For the 15 to 32-day phase, Silva et al. (2004b) estimated values of 91.48 kcal/kg^{0.75}/day, Filho et al. (2011a) for Japanese quails in the growth phase (16 to 36 days old) estimated maintenance at $(98.37 - 0.205 \times T) \times \text{kg}^{0.75}$

kcal/kg^{0.75}/day and European quails at $(115.08 - 0.3939 \times T) \times \text{kg}^{0.75}$ kcal/kg^{0.75}/day. These researches were made with quails housed in cages.

These values differ from those found in the present research, which were respectively 54.96 and 92.11 kcal/kg^{0.67}/day for quails in the phases from one to 15 and 15 to 35 days of age. In Silva's (2004a; 2004b) and Filho's (2011a) works, the researchers used a mass ratio and body surface of 3/4 (kg^{0.75}), while in the present research, the ratio of 2/3 (kg^{0.67}) was used, which can reduce the metabolic rate in 1/12 weight for maintenance energy.

Table 2. Fasting carcass weight (FCW - g/quail), Metabolizable energy consumption (MEC - kcal/quail/day), Gross carcass energy (GC - kcal/dry matter), Gross body energy (GBc - kcal/g), Retained energy (ER - kcal/g/day) and Heat production (HP - kcal/day) of Japanese quails according to age, feed supply levels (FSL - %), reference slaughter (RS).

Maintenance (01 to 15day)						
RS (1 ^o day)	FCW	†MEC	GC‡	GBc§	RE¶	HP#
	6.71	-	1.25	8.35	-	-
FSL	Final Slaughter - 15 ^o day					
100	46.36±0.60	25.32±0.74	1.24±0.03	57.48±1.77	3.51±0.13	21.81±0.79
75	34.97±1.16	18.77±0.16	1.14±0.06	40.04±2.54	2.26±0.18	16.51±0.22
50	24.33±1.33	12.74±0.09	1.14±0.02	27.86±1.98	1.40±0.14	11.34±0.14
25	12.89±0.77	6.62±0.32	0.96±0.01	12.34±0.74	0.29±0.05	6.34±0.36
Age (days)	Gain (01 to 15day)					
01	6.71	-	1.25	8.37	-	-
03	8.33	-	1.08	8.98	-	-
06	14.67	-	1.16	17.06	-	-
09	24.33	-	1.33	32.25	-	-
12	34.33	-	1.35	46.20	-	-
15	48.40	-	1.36	65.64	-	-
Maintenance (15 to 35 day)						
RS (15 ^o day)	FCW	MEC†	GC‡	GBc§	RE¶	HP#
	48.40	-	1.356	65.65	-	-
FSL	Final Slaughter - 35 ^o day					
100	110.75±2.50	45.57±1.98	1.72±0.08	189.86±7.44	6.21±0.37	39.36±2.20
75	98.13±7.15	33.11±0.07	1.40±0.11	136.87±5.82	3.56±0.29	29.54±0.32
50	65.45±1.40	22.28±0.09	1.23±0.02	80.67±1.61	0.75±0.08	21.53±0.13
25	43.00±0.15	12.64±0.22	1.21±0.01	52.28±0.09	-0.67±0.10	13.31±0.22
Age (days)	Gain (15 to 35day)					
15	48.40	-	1.36	65.64	-	-
20	70.00	-	1.54	107.51	-	-
25	90.50	-	1.57	142.48	-	-
30	97.00	-	1.58	153.44	-	-
35	102.50	-	1.69	173.14	-	-

†MEC = obtained by multiplying the energy content of the diet and the FC. ‡GC = Energy corrected for carcass dry matter content. §GBc = obtained by multiplying the GC and the FCW. ¶RE = subtraction of the GBc at the end of the experiment by the GBc of the reference slaughter, by day. #HP = MEC - RE. Averages in columns with different letters are statistically different by the Tukey test ($\alpha = 0.05$). Source: own research.

Dodds (2001) reported that for quails, the correct approach is to relate to the animal's metabolic rate to 2/3 of its mass and body surface. It can also be inferred that, in the first phase (1 to 15 days), quails that consumed only 25% of the ration, in relation to the treatment of consumption at will, presented a loss of 9.30 kcal/kg^{0.67}/day; quails from phase from 15 to 35 days of age, recorded a loss of around 19.59 kcal/kg^{0.67}/day.

A possible explanation for this characteristic is that in the initial phase, the maintenance was around $54.96 \text{ kcal/kg}^{0.67}/\text{day}$ while in the growth phase it was around $92.11 \text{ kcal/kg}^{0.67}/\text{day}$, with this, a greater demand can reflect in a greater need and thereby break the tissues to obtain energy. This premise validates the need to split the requirement for keeping quails according to age.

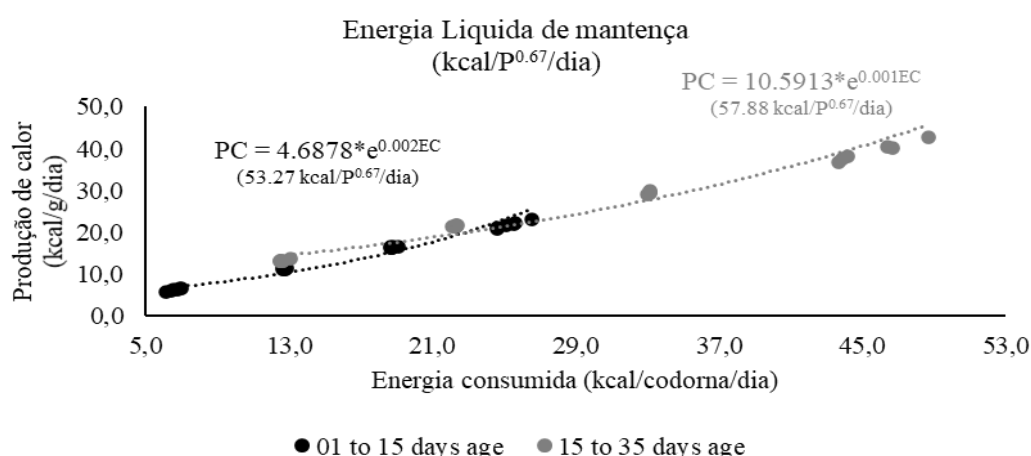
Another explanation is that the lower energy requirement for maintenance initial phase (54.96), 40% less, may be due to the heating of the environment with incandescent lamps, as there was a reduction in energy expenditure to control homoeothermic.

In the second phase, the maximum temperatures reached 35.9°C , which can have the opposite effect, that is, greater energy expenditure for maintenance (92.11) in order to maintain homoeothermic, by example.

In the works of Silva et al. (2004a, 2004b) the values were closer (77.07 vs $91.48 \text{ kcal/Kg}^{0.75}/\text{day}$), this difference was mainly attributed to the difference in the weight of the birds in the two phases studied by Silva et al. (2004a, 2004b).

The above finding (present research) can be verified when comparing the efficiency of using energy for maintenance. Extrapolating to zero energy intake, the efficiencies for both phases were 96.93% and 62.84%, respectively (Figure 2), for the initial and growth phases. However, a difference between the phases was already expected, since quails in the second phase (15 to 35 days) have higher weights and greater weight gains (Table 2).

Figure 2. Relationship between heat production and metabolizable energy consumption of quails Japanese from 01 to 35 days age.



Source: own research.

The estimate of the net requirement energy (Initial phase, Figure 2) for maintenance was estimated by the exponential relationship of heat production and energy consumption

($HP = (4.6878 \pm 0.257) \times e^{(0.0528 \pm 0.002) \times EC}$, adjusted $r^2 = 0.99$), expressed in a metabolic weight, of 53.27 kcal/kg^{0.67}/day. Therefore, it was possible to calculate the efficiency of use of Em of the diet in NEm as 96.93%.

The estimate of the net requirement (Growth phase, Figure 2) for maintenance was estimated by the exponential relationship of heat production and energy consumption ($HP = (10.5913 \pm 0.428) \times e^{(0.0291 \pm 0.001) \times EC}$, $r^2 = 0.99$), expressed in a metabolic weight of 57.88 kcal/kg^{0.67}/day.

It was possible to calculate the efficiency of use of Em of the diet in NEm as 62.84%. The maintenance requirement of 54.96 kcal/kg^{0.67}/day was less than that observed by Albino et al. (1994), of 142 and 164 kcal/kg^{0.75}/day, respectively, for pullets of light lines EMB-011 and Lohmann LSL. Filho et al. (2011) observed values of $(98.37 - 0.205 \times T)$ kcal/kg^{0.75}/day.

Comparing the energy use efficiencies, it was observed that in this research, for the initial (1 to 15) and growth (15 to 35 days old) phases were 16.92% and 21.27%, respectively. These results contradict the findings by Silva et al. (2004a, 2004b) since the authors observed greater efficiency for the first phase under study (1 to 12) compared to the second (15 to 32 days of age), efficiencies of 28.56% and 23.60%, respectively.

Filho et al. (2011a) observed the efficiency in the use of diet energy at around 17% to 25% for quails housed, respectively, at temperatures of 18, 24, and 28°C. For quails at room temperature and housed in Filho et al. (2011a), they registered 23% efficiency. All the efficiencies compared were greater than those presented in this research were.

It is inferred that the lesser use of energy, by quails in this research in the first phase, may be related to the absolute digestive capacity of quails. Iji et al. (2001) and Murakami et al. (1992) reported that the maximum relative growth of the intestine occurs up to seven days of age, however, and Grieser et al. (2015) demonstrate that the maximum absolute weight occurs at 20 days of age, that is, greater volumetric capacity and capacity to obtain energy from the feed. The rapid relative growth of the intestine up to seven days (Iji et al., 2001; Murakami et al., 1992) did not reflect in greater utilization, which may suggest that greater emptying of the intestine due to its lower absolute weight at this age, with this low total digestive capacity.

The ingested energy showed the efficiency of use as 16.92% and 21.27%, respectively, for the initial and growth phases. Albino et al. (1994), registered for chickens of lines EMB-011 and Lohmann 47% and 55%, respectively.

One possible explanation may be related to a greater loss of heat in relation to quail mass and body surface (Macleod & Dabhuta, 1997; Dodds, 2001), what in this research was related to 2/3. The lower relative weight of the quail intestine, consequently greater

speed in the passage of feed (Murakami & Furlan, 2002) may explain the lower digestive efficiency among quails, hens, and laying hens.

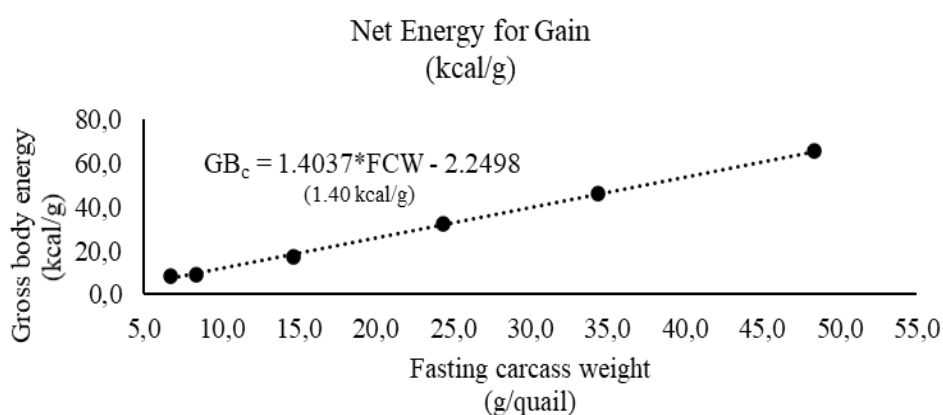
Another possible explanation is that quails are animals with wild habits, that is, they are more affected with the presence of human beings, or even, they present greater agitation and movement inside the installations/cages.

In Filho's (2011a) works, comparing Japanese quails housed (93.58 kcal/kg^{0.75}/day) in cages and on the ground (95.23 kcal/kg^{0.75}/day), it was evident that there is a greater need for energy for maintenance when animals have space to move, that is, raised on the ground in detriment of cages.

The net requirement for gain (NEg) was estimated by the linear relationship between body energy retentions (Figure 3) over time (01, 03, 06, 09, 12, and 15 days of age) as a function of fasting carcass weight of quails and the following equation was obtained: $BEr = (1.4037 \pm 0.025) \times FCW - (2.2498 \pm 0.697)$, adjusted $r^2 = 0.99$ which was 1.40 kcal/g. The dietary requirement for gain was obtained through the NEg ratio by the efficiency of use (kg) of energy by the animals, resulting in 8.30 kcal/g.

The net requirement for gain (NEg) was estimated by the linear relationship between body energy retentions (Figure 4) over time (15, 20, 25, 30, and 35 days of age) as a function of the fasting carcass weight of the quails and the following equation was obtained: $BEr = (1.8955 \pm 0.094) \times FCW - (26.382 \pm 7.881)$, adjusted $r^2 = 0.99$ which was 1.896 kcal/g. The dietary requirement for gain was obtained through the NEg ratio by the efficiency of use (kg) of energy by the animals, resulting in 8.92 kcal/g.

Figure 3. Relationship between gross body energy retained in the carcass over time as a function of fasting carcass weight of quails Japanese from 01 to 15 days age.



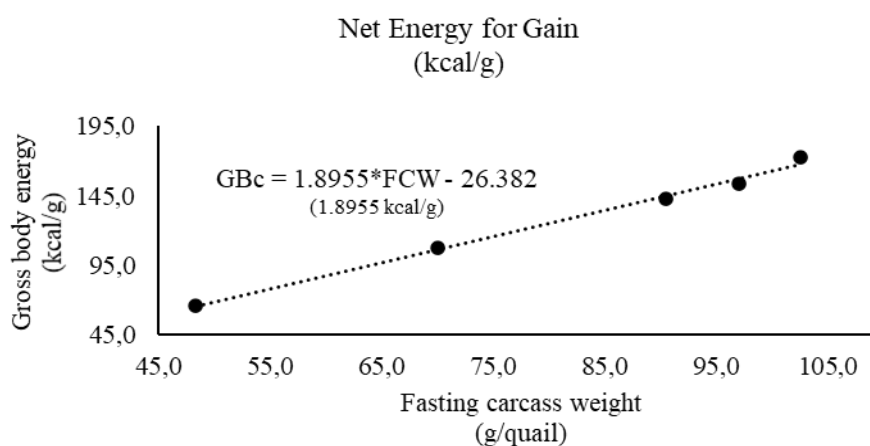
Source: own research.

Silva et al. (2004a; 2004b) found values of dietary energy for weight gain respectively of 4.64 and 9.32 kcal/g for the phases of 01 to 12 and 15 to 32 days of the

age of Japanese quails. A 100.86% increase in the requirement. This difference must be the biggest weight gain in the growth phase (3.5 g/quail/day) in relation to the initial phase (2.45 g/quail/day) and also the energy smallest efficiency in the second phase (22%) compared to the first (28%).

Silva et al. (2004a; 2004b) found values of dietary energy for weight gain respectively of 4.64 and 9.32 kcal/g for the phases of 01 to 12 and 15 to 32 days of the age of Japanese quails. A 100.86% increase in the requirement. This difference must be the biggest weight gain in the growth phase (3.5 g/quail/day) in relation to the initial phase (2.45 g/quail/day) and also the energy smallest efficiency in the second phase (22%) compared to the first (28%).

Figure 4. Relationship between energy retained in the carcass over time as a function of fasting carcass weight of quails Japanese from 15 to 35 days age.



Source: own research.

In the present study, the values of dietary energy for weight gain were 8.30 and 8.92 kcal/g respectively (01 to 15 and 15 to 35 days age) which represents an increase of 7.47%. The observed weight gains were greater in the first phase (2.78 g/quail/day) compared to the second phase (2.71 g/quail/day).

Regarding energy use efficiencies, 16.92 were observed in the initial phase and 21.27% in the growth phase. That explains the smaller variation between the dietary requirements observed in the present research in relation to Silva's findings (7.47 vs 100.86%).

4. Conclusion and Suggestions

Finally, it is important that more research is carried out, as there is still little data available on the requirements of Japanese quails, based on the factorial methodology in the initial and growth phases with regard to energy.

The predictions equations to estimate the daily maintenance and energy gain requirements in Japanese quails in the initial and growth phases were, where AME is the apparent metabolizable energy requirement; W, live weight (kg); WG, weight gain (g/quail/day).

1. The initial phase AME (Kcal/quail/day) = $54.96 \times W^{0.67} + 8.30 \times WG$
2. The growth phase AME (Kcal/quail/day) = $92.11 \times W^{0.67} + 8.91 \times WG$

Acknowledgements

We thank the Federal University of Tocantins (FUT), Poultry Sector of the School of Veterinary Medicine and Animal Science, located in Araguaina/TO. We thank the Company Northeastern Vicami® Quail hatchery's for providing part of the animals to carry out the experiment.

References

Albino, L. F. T., Fialho, F. B., & Bellaver, C. (1994). Estimates of energy and protein requirements for laying chicks in rearing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29, 1625-1629. Retrieved from <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4216/1507>.

AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (2019): Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 21a Ed. Washington D.C. (USA).

Arango, J. A., & Van Vleck, L. D. (2002). Size of beef cows: early ideas, new developments. *Genetics and Molecular Research*. 1(1), 51-63. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14963813/>.

Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). (2018). Municipal livestock production. Retrieved July 13, 2020. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf

Demuner, L., Suckeveris, D., Muñoz, J., Caetano, V., Filho, D., & Faria, D. (2017). Adjustment of growth models in broiler chickens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(12), 1241-1252. DOI: 10.1590/s0100-204x2017001200013.

Dodds, P. S., Rothman, D. H., & Weitz, J. S. (2001). Re-examination of the "3/4-law": of Metabolism. *Journal of Theoretical Biology*, 209(1), 9-27. DOI: 10.1006/jtbi.2000.2238.

Drumond, E. S. C., Gonçalves, F. M., & Veloso, R. C. (2013). Curvas de crescimento para codornas de corte. *Rural Science*, 43(10), 1872-1877. DOI: 10.1590/S0103-84782013001000023.

Filho, J. J., Silva, J. H. V., Costa, F. G. P., Sakomura, N. K., Silva, C. T., Chagas, N. A. (2011a). Prediction equations to estimate the demand of energy and crude protein for maintenance, gain and egg production for laying Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(11), 2423-2430. DOI: 10.1590/S1516-35982011001100020

Filho, J. J., Silva, J. H. V., Silva, C. T., Costa, F. G. P., Sousa, J. M. B., Givisiez, P. E. N. (2011b). Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(11), 2415-2422. DOI: 10.1590/S1516-35982011001100019

Grieser, D. O., Marcato, S. M., Furlan, A. C., Zancanela, V., Del Vesco, A. P., Batista, E., Pasquetti, T. J., & Euzébio, T. C. (2015). Estudo do crescimento e composição corporal de linhagens de codornas de corte e postura. *Acta Tecnológica*, 10(2), 23-37. Retrieved from <https://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/280>

Grieser, D. O., Marcato, S. M., Furlan, A. C., Zancanela, V., Gasparino, E., Del Vesco, A. P., Lima, N. C. F., & Pozza, P. C. (2018). Adjustment of nonlinear models and growth parameters and body nutrient deposition in meat-type and laying quail. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47(1), 1-10. DOI: 10.1590/rbz4720170244

Iji, P. A., Saki, A. & Tivey, D. R. (2001). Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *British Journal of Poultry Science*, 42(4), 505-513. DOI: 10.1080/00071660120073151

Kim, I. K. (1995). Maintenance requirements for amino acids by rats. *Journal of Nutrition*, 125(5), 1367-1368. DOI: 10.1093/jn/125.5.1367

Longo, F. A., Sakomura, N. K., Rabello, C. B. V., Figueiredo, A. N., Fernandes, J. B. K. (2006). Metabolizable energy requirements for maintenance and growth of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(1), 119-125. DOI: 10.1590/S1516-35982006000100015

MacLeod, M. G., & Dabhuta, L. A. (1997). Diet selection by Japanese quail (*Coturnix japonica*) in relation to ambient temperature and metabolic rate. *British Poultry Science*, 38(5), 586-589. DOI: 10.1080/00071669708418040

Mota, L. F. M., Alcântara, D. C., Abreu, L. R. A., Costa, L. S., Pires, A. V., Bonafé, C. M., Silva, M. A., Pinheiro, S. R. F. (2015). Growth comparison of different genetic groups using nonlinear models. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(5), 1372-1380. DOI: 10.1590/1678-4162-7534

Murakami, A. E., & Furlan, A. C. (2002). Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1. Lavras. Anais, 1, 113-120.

Murakami, H., Akiba, Y., & Horiguchi, M. (1992). Growth and utilization of nutrients in newly hatched chicks with or without removal of residual yolk. *Growth, development and Aging*, 56(2), 75-84. Retrieved from <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9301129>

Oviedo-Rondón, E. O., & Waldroup, P. W. (2002). Models to Estimate Amino Acid Requirements for Broiler Chickens: A Review. *International Journal of Poultry Science*, 1(5), 106-113. Retrieved from <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2002.106.113>

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria-RS: UFSM, NTE. Acesso em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_%20Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Melissa, I. H., Donzele, J. L., Sakomura, N. K, Costa, F. G. P, Saraiva, A. T., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F., Barreto, S. L. T & Brito, C. O. (2017). *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais* (4ª ed.). Viçosa, MG.

Sakomura N. K., & Rostagno H. S. (2016). *Research Methods in Monogastric Nutrition*. (2ªed) Jaboticabal, SP.

Silva, J. H. V., Silva, M. B., Jordão, F. J., Silva, E. L., Andrade, I. S., Melo, D. A., Ribeiro, M. L. G., Rocha, M. R. F., Costa, F. G. P & Júnior, W. M. D. (2004a). Maintenance and weight gain in crude protein and metabolizable energy requirements of Japanese quails (*Coturnix japonica*) from 01 to 12 days of age. *Brazilian Journal of Animal Science*, 33(5), 1120-1230. DOI: 10.1590/S1516-35982004000500013

Silva, J. H. V., Silva, M. B., Jordão, F. J., Silva, E. L., Andrade, I. S., Melo, D. A., Ribeiro, M. L. G., Rocha, M. R. F., Costa, F. G. P & Júnior, W. M. D. (2004b). Maintenance and weight gain in crude protein and metabolizable energy requirements of Japanese quails (*Coturnix japonica*) from 15 to 32 days of age. *Brazilian Journal of Animal Science*, 33(5), 1120-1230. DOI: 10.1590/S1516-35982004000500014

Siqueira, J. C., Sakomura, N. K., Nascimento, D. C. N & Fernandes, J. B. K. (2009). Modelos matemáticos para estimar as exigências de lisina digestível para aves de corte ISA Label. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(9), 1732-1737. DOI: 10.1590/S1516-35982009000900013

Capítulo 3. Modelos matemáticos para prever as exigências de proteína bruta de codornas japonesas de 01 a 35 dias de idade

Mathematical models to predict japanese quail crude protein requirements from 01 to 35 days old

Modelos matemáticos para predecir los requerimientos de proteína cruda de codorniz japoneses de 01 a 35 días de edad

Este capítulo está de acordo com as normas da revista *Research, Society and Development*, sendo aceito para publicação em Julho de 2020.

Danilo Vargas Gonçalves Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7407-9597>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: danilovargaszo@hotmail.com

Everton José do Nascimento Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9045-4652>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: tobr27@yahoo.com.br

Rannyelle Gomes Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2717-0053>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: rannyellegomes@gmail.com

Venúcia de Diniella Santos Bourdon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9240-7251>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: venuciabourdonzootecnia@gmail.com

Thalita Rodrigues de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4216-2887>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: thalitarood@gmail.com

Kaynan Emanuel Campos da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7710-9798>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: kaynan.campus@uft.edu.br

Jossiel Santos Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1928-6366>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: jossiel.shancruz.1819@gmail.com

Tádia Emanuele Stivanin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1382-4573>

Universidade Estadual Paulista – Campus Jaboticabal, and Vicami® Incubatório, Brasil

E-mail: tstivanin@zootecnista.com.br

Tobias Aguiar Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1452-3772>

Vicami® Nordeste – Incubatório de Codornas, Brasil

E-mail: vicaminordeste@yahoo.com.br

Cassio Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1282-7043>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: cassio21_nascimento@hotmail.com

Kênia Ferreira Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2750-8870>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: rodrigueskf@uft.edu.br

Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5490-5492>

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: betagmvvaz@yahoo.com.br

Matheus Ramalho de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9897-6209>

Universidade Federal do Sul da Bahia, Brasil

E-mail: mrlmatheus@gmail.com

Danilo Teixeira Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8102-3738>

Universidade Federal do Agreste Pernambuco, Brasil

E-mail: danilo.zootec@hotmail.com

Fernando Guilherme Perazzo Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4075-1792>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: perazzo63@gmail.com

Resumo

Seiscentos e cinquenta e cinco codornas japonesas foram usadas para estimar as exigências de manutenção e ganho de proteína de um a 15 e 15 a 35 dias de idade. Para estimar a proteína para manutenção, 240 codornas (por fase) foram utilizadas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com quatro níveis de fornecimento de ração (ad libitum, 75%, 50% e 25%) e seis repetições de dez aves. Grupo de abate comparativo (35 e 25 codornas, respectivamente, na primeira e na segunda fase). Para estimar a proteína para ganho, grupos de 15 codornas foram abatidas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias de idade, na fase inicial, e grupos de 10 codornas aos 20, 25, 30 e 35 dias de idade, na fase de crescimento. Todos os abates foram realizados após jejum de 12 horas. A equação de regressão linear da proteína retida em função do consumo de proteína bruta possibilitou estimar perda endógena de proteína em torno de 0,7 e 2,19 g/kg^{0,67}/dia e os requisitos de manutenção em 2,095 e 6,301 g/kg^{0,67}/dia, respectivamente para as fases: inicial e de crescimento. O coeficiente angular obtido pela relação linear entre a proteína retida e o peso da carcaça ao longo do tempo permitiu estimar as eficiências de ganho líquido em torno de 0,284g/g (fase inicial) e 0,310 g/g (fase de crescimento). As equações para prever a necessidade diária de proteína de um a 15 (PB1-15d) e de 15 a 35 dias (PB15-35d) foram respectivamente: PB (1-15d) = (2,095 × P^{0,67}) + (0,851 × GP) e PB (15-35d) = (6,30 × P^{0,67}) + (0,894 × GP), onde P é peso vivo (kg) e GP é ganho de peso (g/codorna/d).

Palavras-chave: Abate comparativo; Exigência de ganho; Exigência de manutenção; Equações de predição; Proteína bruta.

Abstract

Six hundred and fifty five female Japanese quails were used to estimate the maintenance and protein gain requirements from one to 15 and 15 to 35 days of age. To estimate the protein for maintenance, 240 quails (per phase) were used according to a completely randomized design, with four levels of feed supply (ad libitum, 75%, 50% and 25%) and six replicates of ten birds. Comparative slaughter group (35 and 25 quails, respectively, in the first and in the second phase). To estimate the protein for gain, groups of 15 quails were slaughtered at 3, 6, 9, 12 and 15 days of age, in the initial phase, and groups of 10 quails at 20, 25, 30 and 35 days of age, in the phase growth. All slaughter was performed after a 12-hour fasting. The linear regression equation of the protein retained as a function of crude protein consumption made it possible to estimate an endogenous protein loss around 0.7 and 2.19 g/kg^{0.67}/day and the maintenance requirements at 2.095 and 6.301 g/kg^{0.67}/day, respectively for the initial and growth phases. The angular coefficient of the

line obtained by the linear relationship between the retained protein and the carcass weight over time allowed to estimate the net gain efficiencies around 0.284 g/g (initial phase) and 0.310 g/g (growth phase). The equations for predicts daily protein requirements from one to 15 (CP1-15d) and from 15 to 35 days (CP15-35d) were respectively: CP (1-15d) = $(2.095 \times W^{0.67}) + (0.851 \times WG)$ and CP (15-35d) = $(6.30 \times W^{0.67}) + (0.894 \times WG)$, were W is live weight (kg) and WG is weight gain (g/quail/d).

Keywords: Comparative slaughter; Crude protein; Gain requirement; Maintenance requirement; Prediction equations.

Resumen

Se utilizaron seiscientos cincuenta y cinco codornices japonesas para estimar los requisitos de mantenimiento y ganancia de proteínas de uno a 15 y de 15 a 35 días de edad. Para estimar la proteína para el mantenimiento, se usaron 240 codornices (por fase) de acuerdo con un diseño completamente al azar, con cuatro niveles de suministro de alimento (ad libitum, 75%, 50% y 25%) y seis réplicas de diez aves. Grupo de sacrificio comparativo (35 y 25 codornices, respectivamente, en la primera y en la segunda fase). Para estimar la ganancia de proteína, se sacrificaron grupos de 15 codornices a los 3, 6, 9, 12 y 15 días de edad, en la fase inicial, y grupos de 10 codornices a los 20, 25, 30 y 35 días de edad, en La fase de crecimiento. Toda la matanza se realizó después de un ayuno de 12 horas. La ecuación de regresión lineal de la proteína retenida en función del consumo de proteína cruda permitió estimar una pérdida de proteína endógena alrededor de 0.7 y 2.19 g/kg^{0.67}/día y los requisitos de mantenimiento en 2.095 y 6.301 g/kg^{0.67}/día, respectivamente para las fases inicial y de crecimiento. El coeficiente angular de la línea obtenida por la relación lineal entre la proteína retenida y el peso de la carcasa a lo largo del tiempo permitió estimar las eficiencias de ganancia netas alrededor de 0.284 g/g (fase inicial) y 0.310 g/g (fase crecimiento). Las ecuaciones para predicen los requerimientos diarios de proteínas de uno a 15 PB (1-15d) y de 15 a 35 días PB (15-35d) fueron respectivamente: PB (1-15d) = $(2.095 \times P^{0.67}) + (0.851 \times GP)$ y PB (15-35d) = $(6.30 \times P^{0.67}) + (0.894 \times GP)$, donde P es peso vivo (kg) y GP es ganancia de peso (g/codorniz/d).

Palabras clave: Ecuaciones de predicción; Matanza comparativa; Requisito de ganancia; Requisito de mantenimiento; Proteína cruda.

1. Introduction

Created for various purposes (hunting, meat, ornamentation, eggs), the production of quails is a worldwide reality. Countries like Spain, France, China and the United States

stand out for their meat production, however, when the production is destined for the production of eggs, countries like China, Japan and Brazil stand out (Vieira et al., 2017). The production of quails in Brazil in 2018 reached a total of 16.8 million heads, either for meat or eggs, and 297.3 million dozens of eggs, a growth of 3.9% compared to 2017, while the production of quail eggs fell 2.1% (IBGE, 2019).

Several methodologies of nutritional predictions applied to chickens and layers (Sakomura & Rostagno, 2016) are effective in the use of quails as well, however they need a more careful evaluation, due to the peculiarities inherent to the genus *Coturnix*, in order to provide consistent results. Quails, whether intended for laying or cutting, have an early maturity, which are related to the growth rate and size of the animals (Arango & Van Vleck, 2002; Tholon et al., 2012; Drumond et al., 2013; Mota et al., 2015; Demuner et al., 2017; Grieser et al., 2017; Grieser et al., 2018), therefore, smaller animals have higher growth rates and younger age until maturity.

Early growth is related to the time it takes the animal to reach sexual maturity, this is a guiding parameter in breeding programs and also denotes different nutritional needs for these animals. In this sense, the models that describe growth curves (Drumond et al., 2013; Mota et al., 2015; Demuner et al., 2017; Grieser et al., 2018) validate the premise that each species / lineage, category animal has different nutritional needs. Comparing Gompertz growth curves for Japanese quails (Mota et al., 2015; Grieser et al., 2017), beef quails (Drumond et al., 2013; Grieser et al., 2017), light and semi-heavy laying hens (Neme et al., 2006) and chickens (Demuner et al., 2017), Japanese quails have the highest maturity rate, which refers to greater nutritional needs, proteins, amino acids, among others.

There are two basic methods (dose response and factorial method) for determining the nutritional needs of birds. However, several mathematical models and techniques for formulating diets that combine with the dose-response method, and techniques such as comparative slaughter (CS) and nitrogen balance (NB), are used in the factorial model to predict the values of nutritional requirement of crude protein and amino acids for quails.

The dose-response method (Sakomura & Rostagno, 2016) for estimating birds 'needs is based on changing nutrient data in the diet in increasing doses and after assessing the animals' performance (eg weight gain, feed conversion, etc.) and with the aid of mathematical models (linear, quadratic, linear response plateau) the ideal level is estimated (Rostagno et al., 2007; Pesti et al., 2009).

The factorial method of estimating requirements differs from the first because it is possible to estimate requirements by separating the components of maintenance, gain and production (Sakomura & Rostagno, 2016), and may also include other variables in the

models, such as temperature and humidity (Filho et al., 2011a, 2011b) which are simplified representations of the understanding of animal metabolism (maintenance, gain and production) (Oviedo-Rondón & Waldroup 2002).

The development of prediction models based on the factorial methodology gains importance due to the flexibility and simplicity of use, which can be manipulated by poultry technicians, who, with the model and the calculator, can obtain, indirectly and quickly, the nutritional requirements of the birds and updating the formulations, without the need for biological tests and laboratory analyzes (Silva et al., 2004a, 2004b).

Among the different models of prediction of nutritional needs based on the factorial methodology that can be found in the literature, we have models for broilers (Longo et al., 2001), growing quails (Silva et al. 2004a, 2004b), laying hens (Sakomura et al., 2002) and Japanese and European quails in growth and laying (Filho et al., 2011a, 2011b), these authors suggested that the metabolic rate (relationship between weight and body surface) is related to 3/4 of their weight, that is, they suggest a metabolic weight of $\text{Kg}^{0.75}$.

Dodds (2001), on the other hand, in an extensive review on the subject, suggests that the metabolic rate in animals with body weight below 10 kilos is related to 2/3 and not 3/4 of their weight. Nóbrega et al. (2018) working with quails, suggest that when the metabolic weight ($\text{kg}^{0.67}$) was used, the amount of protein retained in the body, retained in the egg, retained in total and the production of heat, increased in relation to the use of weight rate metabolic rate of $\text{Kg}^{0.75}$.

Few data are available on the needs of Japanese quails, based on the factorial methodology. Given the above, this research was based on the elaboration of models of protein nutritional requirements for Japanese quails from 1 to 35 days old, using the factorial methodology.

2. Materials and Methods

The authors confirm that the ethical policies of the journal, as noted on the journal's author guidelines page, have been adhered to and the appropriate ethical review committee approval has been received with the approval of the Committee for Animal Use in Experimentation CEUA/FUT under (nº 23.101.00179/2.017-53).

The experiment was conducted at the Poultry Sector of the School of Veterinary Medicine and Animal Science at the Federal University of Tocantins (FUT), Araguaina/TO, Brazil. The experiment was carried out from November 19 to December 22, 2019.

The experimental shed had side curtains in a blue color and was equipped with 24 galvanized wire cages. The cages measured 0.52x0.51x0.3 m (0.26 m²/quail) and had a

70-Watts incandescent lamp. The quails were weighed and distributed in the enumerated cages and labeled according to the treatments and their repetitions according to the average weight of each batch, in order to determine the protein maintenance needs.

Quails designed to establish the need for protein for gain were placed on the floor, which was covered with wood shavings. The space was equipped with a 70 Watt incandescent lamp. The shed had 70 watt incandescent lamps, drinking fountains and pressure feeders. The water and the diet were provided at will for the quails present in this environment. A commercial digital thermo-hygrometer was used to measure the ambient air temperature and relative humidity twice a day (8 am and 4 pm) during the experimental period.

To estimate the protein requirements for maintenance (CPm) and weight gain (WG) in the phases from 1 to 15 and from 15 to 35 days of age, the technique of comparative slaughter with slaughter at the beginning and at the end of the experimental period was adopted (Sakomura & Rostagno, 2016).

A sample of 655 female Japanese quails was used. The experiment was divided into two parts, the first (01 to 15 days old) using 350 quails with an initial average weight of 6.58 ± 0.28 g (mean \pm SD), where 240 were placed in the cages, 75 in the floor and 35 slaughtered with one day to be part of the reference slaughter of the initial phase.

In the second phase, (15 to 35 days of age), 305 female quails with an average initial weight of 48.31 ± 0.16 g (mean \pm SD) were used, with 240, 40 and 25 corresponding, respectively, to the number total quails to estimate the needs of the reference maintenance, gain and slaughter group.

The quails used to estimate maintenance protein in the initial and growing phases were distributed in the cages and received the treatments according to a completely randomized design, with four levels of feed supply (ad libitum, 75, 50 and 25% of consumption ad libitum) with six repetitions with ten quails per experimental unit. The experimental diets in each phase were formulated according to the recommendation of Rostagno et al. (2017) (Table 1).

The estimation needs for the gain protein, occurred through serial slaughter, in order to verify the nutrient retention throughout the experimental period (Albino et al., 1994a, Baker et al., 1996, Silva et al., 2004). For the initial phase, 15 quails were slaughtered every three days (3, 6, 9, 12 and 15 days of age). In the growth phase, a group of 10 quails was slaughtered every five days (20, 25, 30 and 35 days of age).

In each test, quails destined for slaughter were kept on a solid fast for 12 hours, again weighed and slaughtered by cervical dislocation, avoiding the loss of blood and feathers. The slaughtered carcasses were identified, packed in plastic bags, stored in a

freezer, and then crushed twice in a row on an industrial cutter, weighed and placed in a forced ventilation oven at 55°C for approximately 72 hours for pre-drying and then grinding. Ahead, the samples were processed two more times in the industrial meat chopper "cutter" and once in the mill "Willey type" to obtain more homogeneous samples for later chemical analysis (AOAC 2005).

At the end of each phase, all quails were fasted for 12 hours of solids, weighed again and slaughtered by cervical dislocation, avoiding the loss of blood and feathers, to allow the assessment of nutrient deposition in the carcass.

With the data obtained, it was possible to calculate feed intake (CR- g/quail/day), consumption of crude protein (CPcon- g/quail/day), body protein (Pc- %), carcass body protein (Pb- g/g), protein retention (Pr) and fasted carcass weight (g/quail).

Table 1. Chemical composition and percentage of experimental diets.

Ingredients (g/100g)	01-15 days age	15-36 days age
	Percent composition of diets	
Corn	57.805	59.811
Soybean meal	36.862	36.082
Degummed oil	1.278	0.763
Dicalcium phosphate	2.207	1.749
Calcitic limestone	1.099	0.923
Common salt	0.483	0.506
DL-Methionine 99%	0.161	0.113
L-Lysine HCl 78%	0.063	0.005
L-Threonine 98.5%	0.002	0.009
Premix†	0.040	0.040
Total	100.00	100.00
Nutrients (%)	Chemical composition of diets g/kg dried matter	
Metabolizable energy (Mcal/kg of diet)	2.9	2.9
Crude protein	21.28	21.09
Calcium	1.092	0.911
Available phosphorus	0.513	0.428
Sodium	0.205	0.214
Potassium	0.860	0.852
Chlorine	0.371	0.374
Electrolytic balance (mEq/kg)	204.50	290.35
Digestible lysine	1.095	1.034
Digestible methionine + cystine	0.744	0.693
Digestible threonine	0.733	0.734
Digestible valine	0.898	0.889
Digestible isoleucine	0.835	0.826
Digestible tryptophan	0.245	0.242
Digestible arginine	1.343	1.326
Digestible histidine	0.522	0.518
Digestible glycine + serine	1.734	1.716
Digestible phenylalanine + tyrosine	1.722	1.705
Digestible leucine	1.680	1.674

†Composition per 100kg: Manganese 18.17mg, Zinc 17.50mg, Iron 11.25mg, Copper 2,000mg, Iodine 187.50mg, Selenium 75mg, Vitamin A 1,400 IU, Vitamin D3 300 IU, Vitamin E 2.50mg, Vitamin K3 300mg, Vitamin B1 380mg, Vitamin B2 1,000mg, Vitamin B5 520mg, Vitamin B12 2,000mg, Folic acid 162.50mg, Pantothenic acid 2,600mg, Niacin 7,000mg, Choline, 593.49mg, Antioxidant additive 25mg, Halquinol 7,500mg, Salinomycin 16.50mg. Source: own research.

The requirement for crude protein for maintenance (CPm) was obtained by linear regression of the retained protein (Pr) as a function of the crude protein consumed. Making an extrapolation for zero protein retention, the need for maintenance was given by the 'a / b' ratio expressed in metabolic weight $\text{kg}^{0.67}$ (Dodds et al., 2001).

This relationship with metabolic weight takes into account the allometric growth of the animal, that is, this characteristic provides a better means of comparison between animals of different ages, since smaller animals produce more heat and consume more food per body size unit than animals. larger (HEADY, 1975). The efficiency of use (kg) of maintenance protein was given by parameter 'b'. The parameter 'a', corrected for metabolic weight, represented the endogenous loss of body protein.

The net protein for gain (LPg) was determined as the slope of the linear ratio of the crude body protein as a function of the fasting carcass weight, that is, the efficiency or slope of the equation. The dietary requirement for gaining crude protein was obtained through the ratio of the efficiency of (LPg) to the efficiency of maintenance (LPg/kg) per phase.

The errors were submitted to the Kolmogorov-Smirnov normality test ($\alpha = 0.01$). The homogeneity of the variances was assessed by the Levene test ($\alpha = 0.01$), and all variables showed normal distribution of errors and homoscedasticity. Linear equations ($\alpha = 0.01$) were estimated (SAS 9.0 - Proc Reg). All of the proposed models had a significant effect (t test, $\alpha = 0.01$), on the parameters of the equations ' β_0 ' and ' β_1 ', with a probability of $P < 0.05$.

3. Resulted e Discussion

Ambient air temperatures and relative, minimum and maximum relative air humidity observed during the phases under study, respectively, were 24.05, 22.1 and 35.2°C, humidity was 84.9, 73 and 95 %.

It is observed (Table 2) that live weight of the carcass, consumption of crude protein, retained protein, protein body of Japanese quails from one to 35 days old. A drop in the feed consumption of the quails, and consequently, a drop in crude protein intake accompany the drop observed in these variables. Such reductions were also observed by (Silva et al. 2004a, 2004b; Filho et al. 2011; Sakomura et al. 2005). This finding is relevant and valid for the method used to understand the phases of animal metabolism: maintenance and weight gain in the phases, one to 15, and 15 to 35 days of age.

The estimated maintenance requirement for crude protein (CPm) for quails in the initial (01 to 15 days old) phase [$\text{Pret} = (0.3340 \pm 0.004) \times \text{CPcon} - (0.06158 \pm 0.0092)$, adjusted $r^2 = 0.98$] and was estimated in relation to the metabolic weight (0.088 kg/quail) in

2.095 g/kg^{0.67}/quail/day (Figure 1), where Pret is the protein retained and CPcon the crude protein consumed. The estimated maintenance requirement for protein (CPm) for quails in the growth (15 to 35 days old) phase [Pret = (0.3470 ± 0.02611) × CPcon – (0.4001 ± 0.0593)], adjusted r² = 0.88] and was estimated in relation to the metabolic weight (0.183 kg/quail) in 6.32 g/kg^{0.67}/quail/day (Figure 1), where Pret is the protein retained and CPcon the crude protein consumed.

Table 2. Fasting carcass weight (FCW - g/quail), feed intake (FI - g/quail/day), crude protein consumption (CPcon - g/quail/day), protein carcass (Pc - %/dry matter), protein body (Pb - g/g), retained protein (Pret - g/g/day) of Japanese quails according to age, feed supply levels (FSL - %), reference slaughter (RS)

Maintenance (01 to 15day)						
RS (1 ^o day)	FCW	FI	CP _{con} [†]	P _c [‡]	P _b [§]	P _{ret} [¶]
	6.58±0.28	-	-	20.95±0.41	1.38±0.06	-
Final Slaughter - 15 ^o day						
FSL						
100	46.92±1.54	8.73±0.25	1.84±0.05	19.25±0.29	9.03±0.30	0.55±0.02
75	34.54±0.58	6.47±0.06	1.37±0.01	20.59±0.48	7.11±0.16	0.41±0.01
50	24.54±0.51	4.39±0.03	0.92±0.01	19.77±1.02	4.85±0.27	0.25±0.02
25	13.36±0.32	2.28±0.11	0.48±0.02	20.87±0.47	2.79±0.07	0.09±0.01
Maintenance (15 to 35 day)						
RS (15 ^o day)	FCW	FI	CP _{con} [†]	P _c [‡]	P _b [§]	P _{ret} [¶]
	48.31±0.16	-	-	27.38±0.47	13.23±0.22	-
Final Slaughter - 35 ^o day						
FSL						
100	110.75±2.50	15.71±0.68	3.34±0.14	23.69±1.84	26.23±2.03	0.68±0.10
75	98.105±5.54	11.42±0.02	2.43±0.01	24.31±0.85	23.88±2.16	0.58±0.10
50	65.55±1.40	7.68±0.03	1.63±0.01	24.41±1.45	16.01±1.28	0.14±0.07
25	42.91±0.26	4.36±0.08	0.93±0.02	25.15±0.30	10.79±0.16	-0.11±0.03

†CPcon = obtained by multiplying the crude protein content of the diet and the FI. ‡Pc = Protein corrected for carcass dry matter content. §Pb = obtained by multiplying the Pc and the FCW. ¶Pret = subtraction of the Pb at the end of the experiment by the Pb of the reference slaughter, by day (14 days). Source: own research.

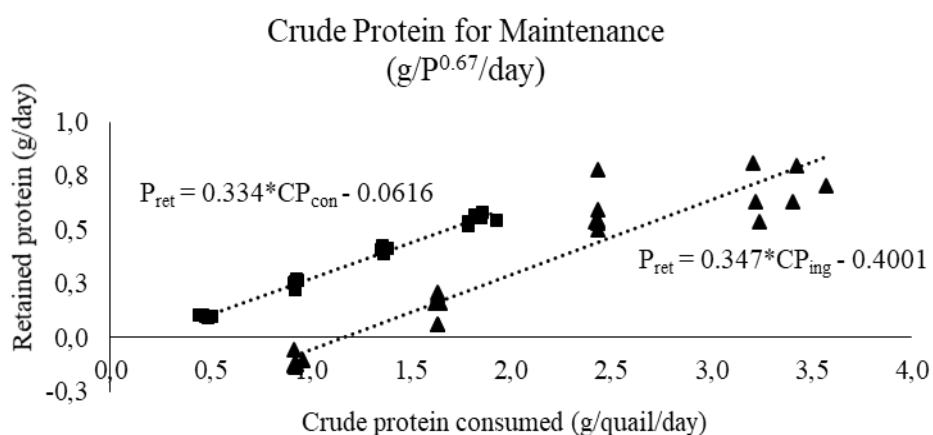
Silva et al. (2004a) for quails in the initial phase (1 to 12 days old) estimated maintenance at 2.85 g/kg^{0.75}/day, for the growth phase (15 to 32 days old), Silva et al. (2004b) estimated values of 4.75 g/kg^{0.75}/day. Filho et al. (2011) working with Japanese quails in the growth phase (16 to 36 days old) estimated maintenance at (4.8421 + 0.0111 × T) × kg^{0.75} and European quails at (4.8374 + 0.0137 × T) × kg^{0.75}, where T is the temperature in degrees Celsius. Nogueira et al. (2019) working with nitrogen-balance technique to meat quail were estimate the requirement for maintenance at 2.94 g/kg^{0.75}, using the comparative-slaughter technique, estimate the maintenance requirement at 6.63 g/kg^{0.75}. These researches were made with quails housed in cages.

The values the present research differ from those found mentioned above, and which were respectively 2.095 and 6.32 g/kg^{0.67}/day for quails in the phases from one to 15 and 15 to 35 days of age. In Silva's (2004a, 2004b), Filho's (2011a, 2011b) and Nogueira's (2019) works, the researchers used a mass ratio and body surface of 3/4 (kg^{0.75}), while in the present research, the ratio of 2/3 (kg^{0.67}) was used, which can reduce the metabolic

rate in 1/12 weight for maintenance energy. Dodds et al. (2001) reported that for quails, the correct approach is to relate to the animal's metabolic rate to 2/3 of its mass and body surface.

It can also be inferred that, in the first phase (1 to 15 days), quails that consumed only 25% of the ration, in relation to the treatment of consumption at will, presented a loss endogenous of 0.7 g of protein by $\text{kg}^{0.67}/\text{day}$. Quails from phase from 15 to 35 days of age, recorded a loss endogenous of around 2.2 g of protein by $\text{kg}^{0.67}/\text{day}$.

Figure 1. Relationship between protein retention (P_{ret}) in the carcass and crude protein consumption (CP_{con}) of quails Japanese from 01 to 15 (■) and 15 to 35 (▲) days age.



Source: own research.

A possible explanation for this characteristic is that, in the initial phase, maintenance was around $2.095 \text{ g/kg}^{0.67}/\text{day}$, while in the growth phase it was around $6.32 \text{ g/kg}^{0.67}/\text{day}$, with that, a greater demand reflects greater need and, therefore, greater amount of body protein, reflecting greater nitrogen loss in the carcass (Silva et al., 2004a, 2004b; Filho et al. 2011a, 2011b; Nogueira et al., 2019).

The diets contained the same amount of metabolizable energy, it is suggested that quails in the growth phase require a greater amount of energy in the feed. A lower energy/protein ratio may reflect the use of body protein as a source of energy for maintenance, which would lead to a higher requirement for protein maintenance. This premise validates the need to divide the quail maintenance requirement according to age.

Another explanation is that the lower crude protein requirement for maintenance in the initial phase ($2.095 \text{ g/kg}^{0.67}$), 67% lower, may be due to lower carcass weight, although quails, at this age, Japanese quails (Silva & Ribeiro, 2001) and European (Du Preez & Sales 1997), present high growth rates. However, lower body weight, since the maintenance requirement is related to metabolic weight $\text{kg}^{0.67}$ (relationship between body mass and body surface area).

In the second phase, the average weight body are higher, respectively (79.53 vs 26.75 g), i.e., higher crude protein expenditures for maintenance ($6.32 \text{ g/kg}^{0.67}$). In the works of Silva et al. (2004a, 2004b) the values were closer (2.85 vs $4.75 \text{ g/kg}^{0.75/\text{day}}$), respectively initial and growth phase.

Comparing the protein use efficiencies, it was observed that in this research, for the initial (01 to 15) and growth (15 to 35 days old) phases were 33.4 and 34.7%, respectively, which represents an increase in efficiency of 3.9%. This increase may be due to the older quails already being set in the climatic conditions of the premises and have their thermoregulator device more efficient (Dionello et al. 2002; Lin et al. 2005) thus reducing the efficiency of utilization of nutrients in the diet.

These results contradict the findings by Silva et al. (2004a, 2004b) since the authors observed greater efficiency for the first phase under study (1 to 12) compared to the second (15 to 32 days of age), efficiencies of 40 and 23%, respectively. Filho et al. (2011) observed the efficiency in the use of diet protein at around 19% to 27% (mean = 24%) for quails housed, respectively, at temperatures of 18, 24, and 28°C. For quails at room temperature and housed in Filho et al. (2011), they registered 25% efficiency.

With the exception of the work by Silva et al. 2004a, the other studies mentioned above, showed less efficiency in the use of protein in the diet in relation to the findings of the present study. Longo et al. (2001) observed 72% for broilers. Albino et al. (1994), registered for chickens of lines EMB-011 and Lohmann 62 and 55%, respectively. Sakomura et al. (2002) observed 58.94% for laying hens.

The lowest efficiency in the first phase of this study, it is inferred that the lesser use of crude protein by quails, may be related to the absolute digestive capacity of birds. Iji et al. (2001) and Murakami et al. (1992) reported that the maximum relative growth of the intestine occurs up to seven days of age, however, Grieser et al. (2015) demonstrate that the maximum absolute weight occurs at 20 days of age, that is, greater volumetric capacity and capacity to obtain energy from the feed. The rapid relative growth of the intestine up to seven days (Iji et al., 2001; Murakami et al., 1992) did not reflect in greater utilization, which may suggest that greater emptying of the intestine due to its lower absolute weight at this age, with this low total digestive capacity.

The liquid protein requirement for gain (CPg) was estimated by the linear relationship between body protein (Pb) retentions over time (Table 3). The liquid protein requirement for gain (1 to 15 days - CPg) (01, 03, 06, 09, 12 and 15 days of age) as a function of fasting carcass weight of quails (Figure 2) and the following equation was obtained $Pb = (0.2844 \pm 0.01) \times FCW - (0.7016 \pm 0.183)$, adjusted $r^2 = 0.99$, which was

0.284 g/g. The dietary requirement for gain was obtained through the CPg ratio by the efficiency of use (kg) of protein by the animals, resulting in 0.851 g/g.

The liquid protein requirement for gain (15 to 35 days - CPg) was estimated by the linear relationship between body protein retentions (Figure 3) over time (15, 20, 25, 30, and 35 days of age) as a function of fasting carcass weight of quails and the following equation was obtained: $P_b = (0.3102 \pm 0.015) \times FCW - (1.8586 \pm 1.24)$, adjusted $r^2 = 0.99$ which was 0.3102 g/g. The dietary requirement for gain was obtained through the CPg ratio by the efficiency of use (kg) of protein by the animals, resulting in 0.894 g/g.

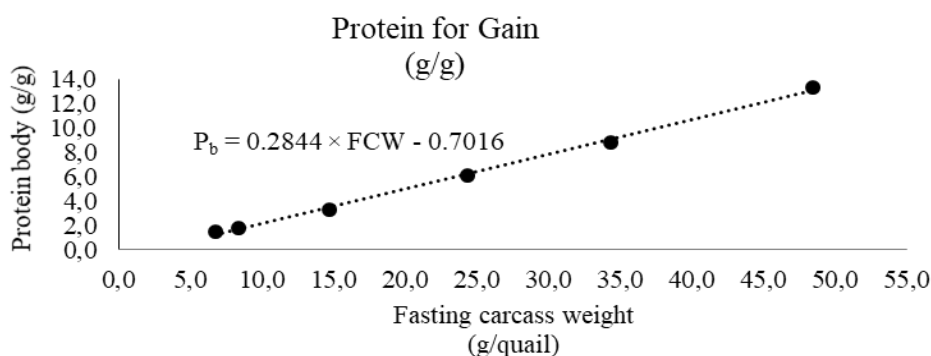
Table 3. Fasting carcass weight (FCW - g/quail), ail/day), protein carcass (Pc - %/dry matter) and protein body (Pb - g/g) of Japanese quails according to age

Age (days)	Gain (01 to 15day)			Age (days)	Gain (15 to 35day)		
	FCW	P _c [†]	P _b [‡]		FCW	P _c [†]	P _b [‡]
01	6.71	21.12	1.417	15	48.40	27.49	13.305
03	8.33	21.65	1.803	20	70.00	27.82	19.474
06	14.67	22.11	3.242	25	90.50	29.73	26.906
09	24.33	24.96	6.072	30	97.00	28.32	27.407
12	34.33	25.76	8.843	35	102.50	29.49	30.227
15	48.40	27.49	13.305	-	-	-	-

[†]P_c = Protein corrected for carcass dry matter content. P_b = obtained by multiplying the [‡]P_c and the FCW. Source: own research.

Silva et al. (2004a; 2004b) found values of dietary crude protein for weight gain respectively of 0.461 and 0.843 g/g for the phases of 01 to 12 and 15 to 32 days of the age of Japanese quails, 83% increase in the requirement. This difference must be the biggest weight gain in the growth phase (3.5 g/quail/day) in relation to the initial phase (2.25 g/quail/day) and also the protein smallest efficiency in the second phase (24%) compared to the first (40%), respectively 40% less efficient.

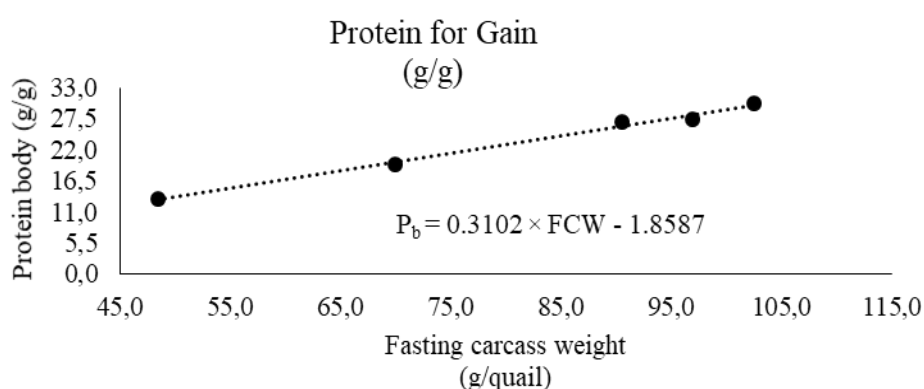
Figure 2. Relationship between protein body (Pb) retained in the carcass over time as a function of fasting carcass weight (FCW) of quails Japanese from 01 to 15 days age.



Source: own research.

In the present study, the values of dietary crude protein for weight gain were 0.851 and 0.894 g/g respectively (01 to 15 and 15 to 35 days age) which represents an increase of 5%. The observed weight gains were in the first phase (2.78 g/quail/day) and to the second phase (2.71 g/quail/day). Regarding protein use efficiencies, 33.4 were observed in the initial phase and 34.7% in the growth phase. That explains the smaller variation between the dietary requirements observed in the present research in relation to Silva's (2004a; 2004b) findings (5 vs 83%), respectively.

Figure 3. Relationship between protein body (Pb) retained in the carcass over time as a function of fasting carcass weight (FCW) of quails Japanese from 15 to 35 days age.



Source: own research.

4. Final Considerations

Finally, it is important that more research be carried out, as there is still little data available on the requirements of Japanese quails, based on the factorial methodology in the initial and growth phases with regard to crude protein. In conclusion, the predictions equations to estimate the Japanese quail daily requirements of crude protein (CP, g/quail/day) for maintenance and gain based on live weight (W, kg) and weight gain (WG, g/quail/day) were the initial phase $[CP = (2.095 \times W^{0.67}) + (0.851 \times WG)]$ and the growth phase $[CP = (6.30 \times W^{0.67}) + (0.894 \times WG)]$.

Acknowledgements

We thank the Federal University of Tocantins (UFT), Poultry Sector of the School of Veterinary Medicine and Animal Science, located in Araguaina/TO. We thank the Company Northeastern Vicami® Quail hatchery's for providing part of the animals to carry out the experiment.

References

- Albino, L. F. T., Fialho, F. B., & Bellaver, C. (1994). Estimates of energy and protein requirements for laying chicks in rearing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29, 1625-1629. Retrieved from <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4216/1507>
- Arango, J. A., & Van Vleck, L. D. (2002). Size of beef cows: early ideas, new developments. *Genetics and Molecular Research*. 1(1), 51-63. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14963813/>
- Association of Official Analytical Chemistry – AOAC. (2005). Official methods of analysis (18^a ed.). Washington, DC.
- Brazilian Institute of Geography and Statistics (BIGE). (2018). Municipal livestock production. Retrieved July 13, 2020. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf
- Demuner, L., Suckeveris, D., Muñoz, J., Caetano, V., Filho, D., & Faria, D. (2017). Adjustment of growth models in broiler chickens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(12), 1241-1252. DOI: 10.1590/s0100-204x2017001200013.
- Dionello, N. J. L., Macari, M., Ferro, J. A., Rutz, F., Ferro, M. I. T & Furlan, L. R. (2002). Physiological responses associated with thermotolerance in broiler chicks of two strains by exposure to high temperatures. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(1), 79-85. Retrieved from <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n1/8950.pdf>
- Dodds, P. S., Rothman, D. H., & Weitz, J. S. (2001). Re-examination of the “3/4-law”: of Metabolism. *Journal of Theoretical Biology*, 209(1), 9-27. DOI: 10.1006/jtbi.2000.2238.
- Drumond, E. S. C., Gonçalves, F. M., & Veloso, R. C. (2013). Curvas de crescimento para codornas de corte. *Rural Science*, 43(10), 1872-1877. DOI: 10.1590/S0103-84782013001000023.
- Du Preez, J. J., & Sales, J. (1997). Growth rate of different sexes of the European quail (*Coturnix coturnix*). *British Journal of Poultry Science*, 38(3), 314-315. DOI: 10.1080/00071669708417994
- Filho, J. J., Silva, J. H. V., Costa, F. G. P., Sakomura, N. K., Silva, C. T., Chagas, N. A. (2011a). Prediction equations to estimate the demand of energy and crude protein for maintenance, gain and egg production for laying Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(11), 2423-2430. DOI: 10.1590/S1516-35982011001100020
- Filho, J. J., Silva, J. H. V., Silva, C. T., Costa, F. G. P., Sousa, J. M. B., Givisiez, P. E. N. (2011b). Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(11), 2415-2422. DOI: 10.1590/S1516-35982011001100019
- Grieser, D. O., Marcato, S. M., Furlan, A. C., Zancanela, V., Del Vesco, A. P., Batista, E., Pasquetti, T. J., & Euzébio, T. C. (2015). Estudo do crescimento e composição corporal de linhagens de codornas de corte e postura. *Acta Tecnológica*, 10(2), 23-37. Retrieved from <https://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/280>

- Grieser, D. O., Marcato, S. M., Furlan, A. C., Zancanela, V., Gasparino, E., Del Vesco, A. P., Lima, N. C. F., & Pozza, P. C. (2018). Adjustment of nonlinear models and growth parameters and body nutrient deposition in meat-type and laying quail. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47(1), 1-10. DOI: 10.1590/rbz4720170244
- Iji, P. A., Saki, A. & Tivey, D. R. (2001). Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *British Journal of Poultry Science*, 42(4), 505-513. DOI: 10.1080/00071660120073151
- Kim, I. K. (1995). Maintenance requirements for amino acids by rats. *Journal of Nutrition*, 125(5), 1367-1368. DOI: 10.1093/jn/125.5.1367
- Lin, H., Jiao H. F., Zhao, H. C., Sui, T., Gu, S. J., Zhang, Z. Y., Buyse, J & Decuyper, E. (2005). Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. I. one week of age. *Poultry Science*, 84, 166-1172. DOI: 10.1093/ps/84.8.1173
- Longo, F. A., Sakomura, N. K., Figueiredo, A. N., Rabello, C. B. V., & Ferraudo, A. S. (2001). Prediction Equations for Protein Requirements on Broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(5), 1521-1530. DOI: 10.1590/S1516-35982006000100015
- MacLeod, M. G., & Dabhuta, L. A. (1997). Diet selection by Japanese quail (*Coturnix japonica*) in relation to ambient temperature and metabolic rate. *British Poultry Science*, 38(5), 586-589. DOI: 10.1080/00071669708418040
- Minvielle, F. (2004). The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal*, 60(4), 500-507. DOI: 10.1079/WPS200433
- Mota, L. F. M., Alcântara, D. C., Abreu, L. R. A., Costa, L. S., Pires, A. V., Bonafé, C. M., Silva, M. A., Pinheiro, S. R. F. (2015). Growth comparison of different genetic groups using nonlinear models. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(5), 1372-1380. DOI: 10.1590/1678-4162-7534
- Murakami, A. E., & Furlan, A. C. (2002). Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: Simpósio internacional de coturnicultura, 1. Lavras. Anais, 1, 113-120.
- Murakami, H., Akiba, Y., & Horiguchi, M. (1992). Growth and utilization of nutrients in newly hatched chicks with or without removal of residual yolk. *Growth, development and Aging*, 56(2), 75-84. Retrieved from <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9301129>
- Neme R., Sakomura, N. K., Fukayama, E. H., Freitas, E. T., Fialho, F. B., Resende, K. T., & Fernandes, J. B. K. (2006). Growth curves and deposition of body components in pullets of different strains. *Brazilian Journal of Animal Science*. 35(3), 1091-1100. DOI: 10.1590/S1516-35982006000400021
- Oviedo-Rondón, E. O., & Waldroup, P. W. (2002). Models to Estimate Amino Acid Requirements for Broiler Chickens: A Review. *International Journal of Poultry Science*, 1(5), 106-113. Retrieved from <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2002.106.113>
- Pesti, G. M., Vedenov, D., Cason, J. A., & Billard, L. (2009). A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. *Journal British Poultry Science*, 50(1), 16-32. DOI: 10.1080/00071660802530639

Rostagno, H. S., Bünzen, S., Sakomura, N. K., & Albino, L. F. T. (2007). Methodological improvements in feedstuffs evaluation and nutritional requirements for poultry and swine. *Brazilian Journal of Animal Science*. 36(supplement), 295-304. DOI: 10.1590/S1516-35982007001000027

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Melissa, I. H., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Costa, F. G. P., Saraiva, A. T., Rodrigues, P. B., Oliveira, R. F., Barreto, S. L. T & Brito, C. O. (2017). *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (4ª ed.)*. Viçosa, MG.

Sakomura N. K., & Rostagno H. S. (2016). *Research Methods in Monogastric Nutrition*. (2ªed) Jaboticabal, SP.

Sakomura, N. K., Basaglia, R., C. M. L & Fernandes, J. B. K. (2005). Modelling protein utilization in laying hens. *Brazilian Journal of Animal Science*. 31(6), 2247-2254 DOI: 10.1590/S1516-35982005000200027

Nogueira, M. F. Z. F., Marcato, S. M., Furlan, A. C., Zancanela, V., Finco, E. M., Grieser, D. O., Stanquevis, C. E., & Bruxel, T. M. O. (2019) Models for predicting protein requirements for meat quail. *Animal Science Journal*, 90(7), 870-879. DOI: 10.1111/asj.13172

Silva, J. H. V & Ribeiro, M. L. G. (2001). *Tabela nacional de exigências nutricionais de codornas*. 1.ed. Bananeiras: Universidade Federal da Paraíba. 25p.

Silva, J. H. V., Silva, M. B., Jordão, F. J., Silva, E. L., Andrade, I. S., Melo, D. A., Ribeiro, M. L. G., Rocha, M. R. F., Costa, F. G. P & Júnior, W. M. D. (2004a). Maintenance and weight gain in crude protein and metabolizable energy requirements of Japanese quails (*Coturnix japonica*) from 01 to 12 days of age. *Brazilian Journal of Animal Science*, 33(5), 1120-1230. DOI: 10.1590/S1516-35982004000500013

Silva, J. H. V., Silva, M. B., Jordão, F. J., Silva, E. L., Andrade, I. S., Melo, D. A., Ribeiro, M. L. G., Rocha, M. R. F., Costa, F. G. P & Júnior, W. M. D. (2004b). Maintenance and weight gain in crude protein and metabolizable energy requirements of Japanese quails (*Coturnix japonica*) from 15 to 32 days of age. *Brazilian Journal of Animal Science*, 33(5), 1120-1230. DOI: 10.1590/S1516-35982004000500014

Siqueira, J. C., Sakomura, N. K., Nascimento, D. C. N & Fernandes, J. B. K. (2009). Modelos matemáticos para estimar as exigências de lisina digestível para aves de corte ISA Label. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(9), 1732-1737. DOI: 10.1590/S1516-35982009000900013

Tholon, P., Paiva R. D. M., Mendes, A. R. A., & Barrozo, D. (2012). Use of linear and nonlinear functions to fit the growth of Santa Gertrude cattle raised under grazing. *Ars Veterinaria*, 28(4), 234-239. DOI: 10.15361/2175-0106.v28n4p234-239

Vieira, D. V. G., Costa, F. G. P., Lima, M. R., Vargas Junior, J. G., Bonaparte, T. P., Cavalcante, D. T., Pinheiro, S. G., Sousa, M., Conti, A. C. M. & Figueiredo, M. E. (2017). Amino Acid for Japanese Quails: Methodologies and nutritional requirement. In T. Asao and Asaduzzaman (Ed.), *New Insights and Roles in Plant and Animal* (pp. 231-248). DOI: 10.5772/intechopen.68547

CAPITULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A equação de predição para estimar as exigências de manutenção e ganho de peso em energia e proteína com a utilização do método fatorial para as codornas japonesas nas fases inicial e crescimento foram: EMA (1-15d) = $(54,96 \times P^{0,67}) + (8,30 \times GP)$ e EMA (15-35d) = $(92,11 \times P^{0,67}) + (8,91 \times GP)$. Já para a PB (1-15d) = $(2,095 \times P^{0,67}) + (0,851 \times GP)$ e PB (15-35d) = $(6,30 \times P^{0,67}) + (0,894 \times GP)$, onde EMA - é a exigência de energia metabolizável aparente, (Kcal/codorna/d) e PB - é a exigência de proteína bruta. P é o peso vivo (kg) e GP é ganho de peso (g/codorna/d).

ANEXOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO
(63) 341612-5424 | www.uft.edu.br | pgcat@uft.edu.br




**ATA DE DEFESA DO DOUTORANDO
EVERTON JOSÉ DO NASCIMENTO OLIVEIRA**


Ata de defesa da tese: "**MODELOS DE PREDIÇÃO DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CODORNAS JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO**" - defendida no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical (PPGCat) da Universidade Federal do Tocantins, (UFT) Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ).

Às 08h00min do dia 28 de dezembro de 2020- no Auditório do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL- esteve reunida a banca de defesa do doutorando: **EVERTON JOSÉ DO NASCIMENTO OLIVEIRA**, constituída pelos seguintes membros: Professor Dr. **Danilo Vargas Gonçalves Vieira**; Professor Dr. **Gerson Fausto da Silva**, Professora Dr.a **Marilú Santos Sousa**; Professora Dr.a **Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz** e o Professor Dr. **Danilo Teixeira Cavalcante**. Cabe ressaltar e constar em ata os membros realizaram os trabalhos a distância por meio da tecnologia da informação, via internet.

Após finalizar os trabalhos o doutorando foi aprovado e os membros presentes assinaram a ata de defesa. **Observações para o doutorando:** () Aprovado. () Reprovado. () Aprovado com correções a serem conferidas pela banca. (X) Aprovado com correções a serem conferidas pelo orientador.

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRECÍPUA	ASSINATURAS
Prof. Dr. Danilo Vargas Gonçalves Vieira	Presidente da banca e orientador	 Mat. 206.688-6
Prof. Dr. Gerson Fausto da Silva	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT, Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018.  Mat. 206.688-6 DANILO VARGAS GONÇALVES VIEIRA Presidente da banca e orientador
Profª. Drª. Marilú Santos Sousa	Avaliadora	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT, Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018.  Mat. 206.688-6 DANILO VARGAS GONÇALVES VIEIRA Presidente da banca e orientador
Profª Drª. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz	Avaliadora	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT, Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018.  Mat. 206.688-6 DANILO VARGAS GONÇALVES VIEIRA Presidente da banca e orientador
Prof. Dr. Danilo Teixeira Cavalcante	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT, Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018.  Mat. 206.688-6 DANILO VARGAS GONÇALVES VIEIRA Presidente da banca e orientador

Observações: Aluno de doutorado deverá atender as considerações feitas pela banca. Não houve alteração no título da Tese. Prazo para entrega da tese corrigida: 26 de fevereiro de 2021.


Mat. 206.688-6

DANILO VARGAS GONÇALVES VIEIRA
Presidente da banca e orientador

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICIZAÇÃO DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES NA
BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (BDTD/UFT)**

IDENTIFICAÇÃO DO TIPO DE MATERIAL

Tese Dissertação Trabalho de conclusão de mestrado Relatório ou trabalho de pós-doutoramento

IDENTIFICAÇÃO DO AUTOR E DO DOCUMENTO

Autor

RG Órgão expedidor UF CPF

E-mail Telefone Celular

Campus universitário Colegiado Setor

Orientador Vinculado à IES

Título

Programa/Curso

Linha de pesquisa

Instituição responsável pelo programa

Data da defesa Título obtido

Área de conhecimento (Tabela do CNPq)

Palavras-chave

Agência de fomento

INFORMAÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Este trabalho tem restrições? Sim Não

Gerará registro de patente? Total Parcial Não

Pode ser publicado? Total Parcial* Não

Justifique

Em caso de publicação parcial, assinale as permissões

Sumário Capítulos Especifique

Bibliografia Resultados Páginas específicas

Especificar

Outros segmentos do trabalho

Na qualidade de titular dos direitos de autor do trabalho supracitado, de acordo com a Lei nº 9.610/98, autorizo a Universidade Federal do Tocantins, a disponibilizar sem ressarcimento dos direitos autorais, conforme permissões assinaladas acima, o documento em meio eletrônico, no Repositório Institucional e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, em formato digital PDF, para fins de leitura, impressão ou *download*, a partir desta data, em conformidade com a Resolução CONSEPE nº 05/2011.

Local

Data

Everson José do Nascimento Oliveira

Assinatura do (a) autor (a) ou seu representante legal

Conforme Art. 27º da Resolução CONSEPE nº 05/2011, preencher este Termo em duas vias. Entregar na Secretaria do Programa de Pós-Graduação 01(uma) copia da ultima versão do trabalho impresso aprovado pela banca e assinado pelo orientador e avaliadores e 01 (uma) copia em cd, formato pdf, acompanhado da Ata de defesa e do Termo de autorização, que será encaminhado à Biblioteca do Campus pela Secretaria do Programa de pós-graduação stricto-sensu. A Biblioteca do Campus encaminhará à Coordenação do SISBIB, na Vice-Reitoria, acompanhada dos documentos: ata de defesa e CD com documento digitalizado em pdf e o termo de autorização assinado.

✕

**COMPROVANTE DE ENTREGA DE DOCUMENTO PARA PUBLICIZAÇÃO NA
BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (BDTD/UFT)**

Campus universitário de Data

Carimbo e assinatura