

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

GABRIELLE CATARINE CASTRO PEREIRA

**EFEITOS DA FONTE DE ENERGIA E TEMPERATURA AMBIENTE NAS
EXIGÊNCIAS DE MANUTENÇÃO E GANHO DE PESO DE CODORNAS EUROPEIAS:
PROTEÍNA, ENERGIA METABOLIZÁVEL, CÁLCIO E FÓSFORO**

**AREIA
2020**

GABRIELLE CATARINE CASTRO PEREIRA

**EFEITOS DA FONTE DE ENERGIA E TEMPERATURA AMBIENTE NAS
EXIGÊNCIAS DE MANUTENÇÃO E GANHO DE PESO DE CODORNAS EUROPEIAS:
PROTEÍNA, ENERGIA METABOLIZÁVEL, CÁLCIO E FÓSFORO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Comitê de Orientação:

Profº Dr. José Humberto Vilar da Silva – Orientador Principal

Profº Dr. José Jordão Filho

Profª. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal

**AREIA
2020**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P436e Pereira, Gabrielle Catarine Castro.

Efeitos da fonte de energia e temperatura ambiente nas exigências de manutenção e ganho de peso de codornas europeias: proteína, energia metabolizável, cálcio e fósforo / Gabrielle Catarine Castro Pereira. -
Areia:UFPB/CCA, 2020.

99 f. : il.

Orientação: José Humberto Vilar da Silva.

Coorientação: José Jordão Filho, Leonardo Augusto
Fonseca Pascoal.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Exigências nutricionais. 2. Energia. 3. Temperatura.
I. Silva, José Humberto Vilar da. II. Jordão Filho,
José. III. Pascoal, Leonardo Augusto Fonseca. IV.
Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(043.2)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA
UFPB – UFC**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

**TÍTULO: “EFEITOS DA FONTE DE ENERGIA E TEMPERATURA AMBIENTE
NAS EXIGÊNCIAS DE MANUTENÇÃO E GANHO DE PESO DE CODORNAS
EUROPEIAS: PROTEÍNA, ENERGIA METABOLIZÁVEL, CÁLCIO E
FÓSFORO”**

AUTOR: GABRIELLE CATARINE CASTRO PEREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva
Presidente
Universidade Federal da Paraíba/UFPB


Prof. Dr. Marcelo Luis Gomes Ribeiro
Examinador
Universidade Federal da Paraíba/UFPB


Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa
Examinador
Universidade Federal da Paraíba/UFPB


Prof. Dr. Cleber Franklin Santos de Oliveira
Examinador
Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG


Prof. Dr. Danilo Teixeira Cavalcante
Examinador
Universidade Federal Rural do Pernambuco/UFRPE

Areia, 28 de fevereiro de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GABRIELLE CATARINE CASTRO PEREIRA – Nascida no dia 08 de agosto de 1988, na cidade de Boa Vista, Roraima. Coursou o ensino médio no Instituto Federal de Roraima concluindo no ano de 2006. Em 2007 iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Roraima, obtendo o título de Zootecnista no ano de 2012. Em 2014 ingressou no Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal da Paraíba, na cidade de Areia, e em 2015 o concluiu obtendo o título de Mestre em Zootecnia. No ano de 2016 iniciou o doutorado em Zootecnia também na Universidade Federal da Paraíba.

Sejam fortes e corajosos. Não tenham medo nem fiquem apavorados por causa delas, pois o Senhor, o seu Deus, vai com vocês; nunca os deixará, nunca os abandonará".

Deuteronômio 31:6

*Aos meus pais, Edivaldo e Simirames, por acreditarem em mim, até mesmo quando eu não
mais acreditava.
Ao meu filho Arthur Gabriel
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pois os planos Dele sempre são maiores que os meus, Ele me sustentou e me deu forças para terminar essa etapa da minha vida.

Ao meu querido e amado filho, Arthur Gabriel, que em meu ventre iniciou sua caminhada e já embarcou comigo nesse projeto. Desculpa meu amor pelos dias e noites que mamãe se ausentou.

Ao incondicional amor, apoio e incentivo dos meus pais, Edivaldo e Simirames, além de serem meu suporte e meu porto seguro, sempre me deram estrutura para seguir em frente e lutar pelos meus sonhos.

Ao meu esposo Rafael, que apesar de todas as dificuldades, me ajudou muito na realização desse projeto abdicando um momento da sua vida para estar ao meu lado, tornando esse momento menos difícil.

Aos meus irmãos, Yanne e Guilherme, que sempre me apoiaram e me aturaram em todos os momentos.

A pequena Meg, meu anjinho e companheira!

A toda minha família, avós, tias, primos, cunhado e sogra, que sempre torceram por mim.

A Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade oferecida e a Capes pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador professor José Humberto Vilar, que confiou em mim para a realização desse trabalho, me orientou, me incentivou e com quem aprendi muito. Agradeço a paciência, dedicação e comprometimento com todos seus orientados.

Aos professores do comitê de orientação, prof. Jordão Filho pelas sábias e valiosas instruções e ao prof. Leonardo Fonseca Pascoal que me aconselhou muitas vezes.

Aos professores da banca examinadora da qualificação pelas sugestões e contribuições para este trabalho. E aos meus avaliadores de defesa de tese que contribuíram para melhorar o trabalho.

Aos funcionários dos Laboratórios de Nutrição Animal (Campus Bananeiras e Areia) Tainá, Reutmann, Sandra, José, Juracy, pela atenção e colaboração durante a execução das análises.

A minha querida amiga Carol que esteve comigo tanto na fase experimental como em todo o período de doutorado, me apoiando e ajudando. Sem você teria sido muito mais difícil.

Aos amigos que fiz durante o doutorado, em especial, Jonathan e David. Nossos dias em Solânea e Bananeiras sempre foram os melhores quando estava os cinco.

Aos amigos que fiz durante todo o percurso de Pós graduação, os quais tornaram meus dias mais prazerosos e menos difíceis.

Aos colegas do grupo NEPAVES e agregados, que me ajudaram durante todas as fases do experimento, em especial, Nataly, Silvana, Janielle, Aliton, Felipão (*in memoriam*), Erivaldo e Evandra.

E por fim, a todos que me ajudaram de forma direta ou indiretamente para que tudo isso fosse possível.

RESUMO GERAL

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da substituição da fonte de energia da ração e da temperatura ambiente nas exigências de manutenção e ganho de codornas europeias em proteína, energia metabolizável, cálcio e fósforo. Para estimar as exigências para manutenção, 432 codornas europeias com 10 dias de idade foram distribuídas num delineamento inteiramente ao acaso, as quais foram alojadas em duas salas com temperaturas controladas (26°C e 35°C), alimentadas com três dietas contendo 15% da energia metabolizável das seguintes fontes: amido de milho (AMI), proteína isolada de soja (PIS) e óleo de soja (OS) em três níveis de oferta das rações (100, 70, 40% do consumo *ad libitum*), com quatro repetições de seis aves. A metodologia utilizada para determinar as exigências para manutenção foi a do abate comparativo. Ao final do período experimental, com 30 dias de idade, todas as aves foram abatidas. As exigências de manutenção foram estimadas pelas retenções em função do consumo de proteína, energia, cálcio e fósforo e a manutenção foi considerada como o consumo de cada nutriente suficiente para não haver perdas ou ganho em proteína, energia, cálcio e fósforo, depois convertidas para peso metabólico. Um grupo de 40 codornas foram abatidas no início do período experimental, com 10 dias de idade e os resultados foram utilizados para estimar as exigências para manutenção e ganho. As exigências para ganho foram estimadas com 160 codornas europeias sendo que 40 aves foram abatidas aos 15, 20, 25 e 30 dias de idade. Essas aves foram alojadas em 4 grupos de 40 aves em sala com temperatura termoneutra (26°C). As exigências de ganho foram estimadas pelo coeficiente da regressão do teor de proteína, energia, cálcio e fósforo corporal em função do peso do corpo vazio, dividido pela eficiência de utilização. As exigências de nutricionais de codornas europeias em crescimento foram influenciadas pela substituição de 15% da energia da dieta do AMI pela energia da PIS e OS e pela temperatura ambiente. Considerando as estimativas das exigências de proteína, energia, cálcio e fósforo para manutenção e ganho, foram elaboradas as equações de predição seguindo os modelos: $PB \text{ (g/ave/dia)} = PB_m * P^{0,75} + PB_g * GP$; $EM \text{ (kcal/ave/dia)} = EM_m * P^{0,75} + EM_g * GP$; $Ca \text{ (mg/ave/dia)} = Ca_m * P^{0,75} + Ca_g * GP$ e $P \text{ (mg/ave/dia)} = P_m * P^{0,75} + P_g * GP$.

Palavras-chave: Energia. Exigências Nutricionais. Minerais. Nutrição, Temperatura

GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of replacing the feed energy source and the ambient temperature on the maintenance and gain requirements of European quails in protein, metabolizable energy, calcium and phosphorus. To estimate maintenance requirements, 432 10-day-old European quails were distributed in a completely randomized design, which were housed in two temperature-controlled rooms (26 °C and 35 °C), fed with three diets containing 15% metabolizable energy from the following sources: corn starch (AMI), isolated soy protein (PIS) and soy oil (OS) in three levels of feed supply (100, 70, 40% of ad libitum consumption), with four repetitions of six birds. The methodology used to determine maintenance requirements was that of comparative slaughter. At the end of the experimental period, at 30 days of age, all birds were slaughtered. The maintenance requirements were estimated by the retentions as a function of the consumption of protein, energy, calcium and phosphorus and the maintenance was considered as the consumption of each nutrient sufficient to avoid losses or gain in protein, energy, calcium and phosphorus, later converted to metabolic weight. A group of 40 quails were slaughtered at the beginning of the experimental period, at 10 days of age and the results were used to estimate the requirements for maintenance and gain. The gain requirements were estimated with 160 European quails and 40 birds were slaughtered at 15, 20, 25 and 30 days of age. These birds were housed in 4 groups of 40 birds in a room with thermoneutral temperature (26 °C). The gain requirements were estimated by the regression coefficient of the content of protein, energy, calcium and body phosphorus as a function of the weight of the empty body, divided by the efficiency of use. The nutritional requirements of growing European quails were influenced by the replacement of 15% of the energy in the AMI diet by the energy of PIS and OS and by room temperature. Considering the estimates of protein, energy, calcium and phosphorus requirements for maintenance and gain, prediction equations were elaborated following the models: $PB \text{ (g/bird/day)} = PB_m * P^{0,75} + PB_g * GP$; $ME \text{ (kcal/bird/day)} = ME_m * P^{0,75} + EM_g * GP$; $Ca \text{ (mg/bird/day)} = Ca_m * P^{0,75} + Ca_g * GP$ and $P \text{ (mg/bird/day)} = P_m * P^{0,75} + P_g * GP$.

Keywords: Energy. Nutritional Requirements. Minerals. Nutrition. Temperature

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1. Equação de regressão proteína corporal (PB_c) em função do peso de corpo vazio (PCV), com estimativa da exigência líquida de ganho em 0,190 g..... 60

Figura 2. Estimativa da exigência dietética de PB_g de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em duas temperaturas 60

Figura 3. Equação de regressão energia bruta corporal (EB_c) em função do peso de corpo vazio (PCV), com estimativa da exigência líquida de ganho em 1,59 kcal/g 62

Figura 4. Estimativa da exigência dietética de EM_g codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes alojadas em duas temperaturas..... 62

CAPÍTULO 3

Figura 1. Equação de regressão de cálcio corporal (Ca_c) em função do peso de corpo vazio (PCV), com estimativa da exigência líquida de ganho em 6,36 mg/g..... 86

Figura 2. Estimativa da exigência de ganho em cálcio de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em duas temperaturas 86

Figura 3. Equação de regressão fósforo corporal (P_c) em função do peso de corpo vazio (PCV), com estimativa da exigência líquida de ganho em 5,58 mg/g 88

Figura 4. Estimativa da exigência de ganho em fósforo de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em duas temperaturas 88

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Exigência nutricional de cálcio e fósforo para codornas europeias em diferentes idades..... 27

Tabela 2. Eficiência bioquímica de nutrientes absorvidos para ATP e síntese lipídica 31

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais para codornas de corte (10 a 30 dias de idade)..... 52

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes da dieta experimental para codornas de corte (10 a 30 dias de idade)..... 54

Tabela 3. Peso de corpo vazio (PCV), o consumo de ração (CR), proteína bruta (PB_{ing}) e energia metabolizável (EM_{ing}) ingerida, proteína bruta (PB_{ret}) e energia (P_{ret}) e produção de calor (PC) de codornas europeias de 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperatura de 26°C e 35°C, em função do nível de oferta da ração (NOR)..... 58

Tabela 4. Peso médio e composição química, proteína e energia do corpo vazio de codornas europeias com base na idade 59

Tabela 5. Equações de regressão para proteína bruta retida (PB_{ret}) em função da proteína ingerida (PB_{ing}), exigência de manutenção (PB_m) e eficiências de uso de proteína para ganho (K_{ng}) de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperatura de 26°C e 35°C 59

Tabela 6. Equações de regressão para energia retida (E_{ret}) em função da energia metabolizável ingerida (EM_{ing}), exigência de manutenção (EM_m), energia líquida de manutenção (EL_m) e eficiências de uso de energia para ganho (K_g) de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperatura de 26 e 35°C..... 61

Tabela 7. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com amido de milho como fonte energética e alojadas a 26°C e 35°C em diferentes ganho de peso, em função da exigência de Em e PB 63

Tabela 8. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com proteína isolada de soja como fonte energética e alojadas a 26°C e 35°C em diferentes ganho de peso, em função da exigência de Em e PB 64

Tabela 9. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com óleo de soja como fonte energética e alojadas a 26°C e 35°C em diferentes ganho de peso, em função da exigência de Em e PB 64

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais para codornas de corte (10 a 30 dias de idade).....	80
Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes da dieta experimental para codornas de corte (10 a 30 dias de idade).....	81
Tabela 3. Peso de corpo vazio (PCV), o consumo de ração (CR), cálcio (Ca_{ing}) e fósforo (P_{ing}) ingerido, cálcio (Ca_{ret}) e fósforo retido (P_{ret}) de codornas europeias de 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperaturas de 26°C e 35°C, em função do nível de oferta da ração (NOR).....	84
Tabela 4. Peso de corpo vazio (PCV), cálcio (Ca) e fósforo (P) no peso corporal e cálcio (Ca_c) e fósforo (P_c) corporal de codornas europeias com base na idade	85
Tabela 5. Equações de regressão para cálcio (Ca_{ret}) em função do cálcio ingerido (Ca_i), exigência de manutenção (Ca_m) e eficiências de uso de fósforo para ganho (K_{Cag}) de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperaturas de 26°C e 35°C	85
Tabela 6. Equações de regressão para fósforo retido (P_{ret}) em função do fósforo ingerido (P_{ing}), exigência de manutenção (P_m) e eficiências de uso de fósforo para ganho (K_{Pg}) de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperaturas de 26°C e 35°C	87
Tabela 7. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com amido de milho como fonte energética e alojadas a 25°C e 35°C em diferentes ganho de peso, em função da exigência de Ca e P	90
Tabela 8. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com proteína isolada de soja como fonte energética e alojadas a 25°C e 35°C em diferentes ganho de peso, em função da exigência de Ca e P	91
Tabela 9. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com óleo de soja como fonte energética e alojadas a 25°C e 35°C em diferentes ganho de peso, em função da exigência de Ca e P	92

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	9
GENERAL ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	12
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
CAPÍTULO 1	18
Referencial Teórico.....	19
1.Importância da proteína e da energia na nutrição de aves.....	19
2. Importância do cálcio e do fósforo na nutrição de aves.....	25
3. Influência da temperatura sobre as exigências nutricionais.....	27
4. Fontes energéticas da ração.....	29
4.1 Amido de milho.....	32
4.2 Proteína isolada de soja.....	33
4.3 Óleo de soja	35
5. Metodologia fatorial para estimar exigência nutricionais das aves.....	36
5.1 Método fatorial para determinar exigências de manutenção	37
5.2 Método fatorial para determinar exigências de ganho	38
REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO 2	48
Exigências de proteína e energia para manutenção e ganho de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes energéticas e alojadas em duas temperaturas	49
Resumo	49
Abstract.....	50
INTRODUÇÃO.....	51
MATERIAL E MÉTODOS.....	52
Exigência de proteína e energia para manutenção (PB_m e EM_m).....	52
Exigência de proteína e energia para ganho (PB_g e EM_g)	54
Abate e análises laboratoriais.....	56
Determinação da energia metabolizável da dieta	56
Plano nutricional para codornas europeias em crescimento	57
RESULTADOS	57
Composição corporal das aves.....	57
Exigência de proteína para manutenção e ganho (PB_m e PB_g).....	59

Exigência de energia para manutenção e ganho (E_{m} e E_{g}).....	61
Plano nutricional para codornas europeias em crescimento	62
DISCUSSÃO.....	65
Composição corporal das aves.....	65
Exigência de proteína para manutenção e ganho (PB_m e PB_g).....	66
Exigência de energia para manutenção e ganho (E_{m} e E_{g}).....	67
Plano nutricional para codornas europeias em crescimento	70
CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS	71
CAPÍTULO 3	75
Exigências de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes energéticas e alojadas em duas temperaturas	76
Resumo	76
Abstract.....	77
INTRODUÇÃO.....	78
MATERIAL E MÉTODOS.....	79
Exigência de cálcio e fósforo para manutenção (Ca_m e P_m).....	79
Exigência de cálcio e fósforo para ganho (Ca_g e P_g).....	81
Abate e análise das dietas.....	83
Plano nutricional para codornas europeias em crescimento	83
RESULTADOS	84
Composição corporal das aves.....	84
Exigência de cálcio para manutenção e ganho (Ca_m e Ca_g).....	85
Exigência de fósforo para manutenção e ganho (P_m e P_g).....	86
Plano nutricional para codornas europeias em crescimento	88
DISCUSSÃO.....	93
Composição corporal das aves.....	93
Exigência de cálcio para manutenção e ganho (Ca_m e Ca_g).....	94
Exigência de fósforo para manutenção e ganho (P_m e P_g).....	95
Plano nutricional para codornas europeias em crescimento	97
CONCLUSÃO.....	97
REFERÊNCIAS	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS	101

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário agropecuário brasileiro, a atividade avícola tem se destacado em meio às cadeias de produção, sendo o país, o maior exportador e o segundo maior produtor de carne de frango do mundo. Nos últimos anos, a coturnicultura vem se inserindo nesta cadeia produtiva, com efetivo crescente e importante para a contribuição da renda de produtores rurais.

O expressivo crescimento na criação de codornas europeias se dá em virtude das características produtivas atrativas dessa espécie, como rápido crescimento, alta produtividade, baixo investimento inicial, maturidade precoce e maior tolerância ao calor quando comparadas com outras aves, além do aumento na demanda pelos produtos, como carne e ovos, pelos consumidores.

Nesse sentido, empresas e produtores que trabalham com a produção e criação de codornas necessitam de informações científicas e dados relevantes referentes à nutrição, à genética e ao ambiente dessas aves que proporcionem o aumento de seu desempenho produtivo. Assim, estudos sobre exigências nutricionais são importantes, considerando o alto custo com alimentação, principalmente com as fontes proteicas, energéticas e minerais, e a utilização de tabelas de exigências de outros países que não condizem com a realidade brasileira ou de outras espécies de aves.

As exigências de proteína, energia, cálcio e fósforo de frango de corte e poedeiras são bem conhecidas, porém, poucos estudos têm sido feitos para determinar essas exigências em codornas europeias. Sabe-se que para garantir um desempenho produtivo máximo é importante o fornecimento desses nutrientes em níveis adequados, assim como o conteúdo de energia das dietas, pois as aves regulam o consumo e consequentemente o desempenho através desta, dessa forma, tanto o excesso como a redução no consumo reflete no desempenho do animal e aos custos das dietas.

Devido a variação de temperatura nas diferentes regiões do país e isto influenciar as exigências de manutenção e de ganho de codornas europeias, já que afeta a produção de calor e o comportamento dos animais homeotérmicos, esta variável deve ser analisada como um fator que pode comprometer o desempenho dos animais. Além disso, outros nutrientes, como a proteína e os lipídeos podem ser utilizados em substituição aos carboidratos como fonte de energia da ração, porém pouco se conhece sobre a influência desses sobre as exigências nutricionais de codornas europeias.

Dessa forma, objetiva-se com este estudo, avaliar o efeito da substituição da fonte de energia da ração e da temperatura ambiente nas exigências de manutenção e ganho de codornas europeias em proteína, energia metabolizável, cálcio e fósforo, e a partir disso elaborar modelos de predição.

O presente trabalho está organizado em três capítulos. Assim no primeiro capítulo foi realizado uma revisão bibliográfica acerca das exigências nutricionais tanto de proteína e energia, como de cálcio e fósforo relacionando-as com o fator temperatura, além de descrever e comentar as fontes de energia que podem ser utilizadas na ração e os métodos para estimar as exigências nutricionais de aves, dando ênfase no método fatorial.

O segundo capítulo descreve o experimento realizado com o objetivo de estudar a influência da substituição do amido, pela proteína e lipídeos nas estimativas de exigências de proteína e de energia para manutenção e ganho de codornas europeias criadas em duas temperaturas.

E o terceiro capítulo apresenta o experimento realizado com o objetivo de estudar a influência da substituição do amido, pela proteína e lipídeos nas estimativas de exigências de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas europeias criadas em duas temperaturas.

CAPÍTULO 1

Referencial teórico

Referencial Teórico

1. Importância da proteína e da energia na nutrição de aves

A nutrição é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das características produtivas da codorna e para um crescimento normal da ave, bem como para otimização da produção de ovos e carne (MORAES; ARIKI, 2009).

Esse fator da produção animal, quando relacionado especificamente à alimentação, representa cerca de 70% do custo total de produção, o que onera de forma significativa a atividade avícola. A proteína e a energia representam maior parte dessa totalidade (SILVA *et al.*, 2012), o que nos leva a buscar alternativas nos modelos de produção que visem reduzir esses custos e ao mesmo tempo fornecer a quantidade de nutrientes necessária às aves, promovendo o melhor desempenho, e, assim uma maior lucratividade para o sistema (RODRIGUES, 2012).

As exigências de proteína e energia de codornas podem variar de acordo com a genética, peso da ave, velocidade de crescimento, balanço e disponibilidade de aminoácidos, condições de alojamento e ingredientes usados na formulação das dietas (VELOSO *et al.*, 2012). Porém, os níveis de proteína para codornas de corte, ainda são escassos e discrepantes, segundo Griep Junior (2017), assim como os de energia.

A proteína, na fase inicial das aves de corte é muito importante, pois quando fornecida em quantidade adequada, elas poderão expressar o máximo desenvolvimento corporal, com formação de massa muscular e empenamento (COSTA *et al.*, 2013), porém quando a proteína é deficiente na dieta, pode haver uma redução no crescimento e ocorrer uma mobilização das reservas dos tecidos corporais, visando manter as funções de órgãos vitais (NRC, 1994).

Os aminoácidos quando em excesso, podem ser tóxicos ao organismo e assim podem limitar o crescimento da ave devido ao aumento no catabolismo desses nutrientes (JORDÃO FILHO, 2008). O catabolismo de proteínas requer um gasto extra de energia para excreção do nitrogênio na forma de ácido úrico (LECLERCQ, 1996), já que para excretar um aminoácido em excesso da dieta podem ser gasto de 6 a 18 mol de ATP que poderia ser utilizada para manutenção e ganho corporal, porém para incorporar um aminoácido na cadeia é gasto apenas 4 mol de ATP (COSTA *et al.*, 2001). Ademais, em excesso, pode ocorrer uma diminuição na eficiência de utilização dos mesmos, do consumo de ração, aumento nas exigências de aminoácidos essenciais e maior síntese de gordura (SKALAN; PLAVNIK, 2002). Para Suida

(2001), o excesso de proteína na ração aumenta a excreção de produtos residuais nitrogenados, aumentando a poluição ambiental.

A exigência de proteína e de aminoácidos das aves é dividida em exigência de manutenção, crescimento e produção e, no caso dos animais em crescimento a exigência de aminoácidos tem como função principal a síntese proteica (BEQUETTE, 2003). A exigência proteica varia de acordo com a taxa de crescimento, onde os aminoácidos da dieta são utilizados pela ave como constituintes estruturais primários de tecidos, contribuem em diversas funções metabólicas e são precursores de elementos corporais não-proteico (NRC, 1994; BERTECHINI, 2006).

Santana *et al.* (2017), estudando as exigências de proteína de codornas de corte nas fases inicial (1-14 dias), crescimento (14-28 dias) e final (28-42 dias) de produção, determinaram que 26, 24 e 23% de proteína bruta, respectivamente, proporcionam o melhor desempenho das aves. No trabalho de Merseguel *et al.* (2019), foi determinado que 25,5% de proteína bruta é o nível ideal para o máximo desempenho de codornas de corte de 1 a 21 dias de idade, e de 22 a 45 dias, devido os níveis estudados (17,5 à 27%) não terem influenciado no desempenho, os autores comentaram que a quantidade de proteína bruta nessa fase pode estar abaixo do recomendado.

O corpo necessita de energia para realizar atividades necessárias para sobrevivência, mesmo que em repouso o organismo consome energia para as funções vitais (CAMARGO; FURLAN, 2011) e a energia adicional ingerida é utilizada para trabalho (DUL; WEERDMEESTER, 2004). Na nutrição animal, a capacidade máxima de realização de trabalho é quando o animal alcança a máxima produção e aproveitamento do alimento (McDONALD, 2002; BERTECHINI, 2006).

A energia não deve ser considerada nutriente, pois ela é resultante da oxidação dos constituintes da dieta, liberada na forma de calor ou armazenada para posterior uso nos processos metabólicos do organismo animal (NRC, 1994), na forma de ATP. Os fornecedores de energia da dieta são os carboidratos, lipídios e proteínas, porém nem toda energia desses nutrientes pode ser aproveitada pelos animais (SAKOMURA; ROSTANGO, 2016). Para Widmaier *et al.* (2006) 60% da energia das moléculas orgânicas são liberadas na forma de calor durante o metabolismo, e boa parte da quebra do ATP também libera calor durante a realização de trabalho.

A energia pode ser expressa em joule, que é adotado pelo Sistema Internacional como medida preferencial para quantificar energia (NRC, 1996) e é definida como sendo a energia necessária para acelerar a massa de 1kg a 1m/s a uma distância de 1 metro. Esta vem sendo

substituída por caloria por ser considerada uma medida métrica (RESENDE *et al.*, 2006). A caloria é definida como a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1g de água para 1 °C (14,5 a 15,5 °C).

Para Sakomura e Rostagno (2016), o sistema de energia serve para particionar a energia disponível na ração que será destinada para manutenção e para um determinado desempenho. O consumo de ração pelas aves é primariamente para atender as exigências de energia, dessa forma, no momento da formulação das rações, os nutrientes devem ser relacionados ao conteúdo de energia, para que os animais consumam o necessário na dieta (BERTECHINI, 2006). O autor destaca ainda que normalmente o aumento do conteúdo energético da ração é realizado através dos óleos e gorduras. Esses ingredientes além de fornecerem uma alta quantidade de energia de baixo incremento calórico, tem também uma ação efetiva no duodeno com a liberação da colecistoquinina, que atua no aumento da secreção pancreática e agem no centro da saciedade.

De maneira geral, a energia que é ingerida através das dietas pelas aves segue prioritariamente três destinos, o gasto com as atividades normais, gasto na geração de calor para manter a temperatura corporal constante e o gasto na deposição ou perda de nutrientes no corpo, caso seja consumido em excesso (JORDÃO FILHO, 2008).

A energia encontrada nos alimentos é basicamente dividida em energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). A EB é a energia liberada como calor através da combustão completa do alimento quando o mesmo é oxidado a dióxido de carbono e água (NRC, 1994). Ela é determinada através da bomba calorimétrica, quando ocorre a oxidação total da matéria orgânica com a presença de oxigênio e a produção de calor liberada é então medida como EB (BERTECHINI, 2006). Apenas uma parte da EB é aproveitada pelo animal devido a sua habilidade de digestão, metabolismo e a digestibilidade do alimento, o que faz com que a mesma não seja referência na formulação das rações (FERNANDES; VELASQUEZ, 2014).

Segundo o NRC (1998), a glicose fornece 3,7 kcal/g e o amido 4,2 kcal/g, sendo que em média os carboidratos fornecem de EB 4,139 kcal/g, as proteínas 5,6 kcal/g e as gorduras 9,4 kcal/g. Esses valores justificam a utilização dos lipídios pelos animais e plantas, devido sua maior densidade energética, como principal forma de estocar energia (FERNANDES; VELASQUEZ, 2014).

Apesar da proteína apresentar maior quantidade de energia, pois possuem nitrogênio e enxofre como elementos oxidáveis adicionais, quando comparados com os carboidratos, elas são fontes ineficientes de energia quando não utilizada para deposição de proteína (BORILLE,

2016). Devem ser considerados os gastos de ATP na síntese e catabolismo das proteínas, além dos gastos com a eliminação do excesso de nitrogênio como ácido úrico (MILGEN; NOBLET, 2003).

A fração não digerida da dieta equivale a primeira perda de energia que ocorre no organismo animal juntamente com as fezes, a qual é subtraída da EB originando a ED. A ED representa a energia do alimento que é absorvida após o processo de digestão, a qual é determinada pela diferença entre a EB do alimento e a EB das fezes (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). A ED pode ser descrita como energia aparentemente digestível, pois ela não é somente constituída do material indigestível dos alimentos, mas também de secreções e descamações das paredes do trato gastrointestinal. Segundo Sakomura e Rostagno (2016) devido as características anatômicas e fisiológicas das aves, tem-se uma dificuldade em separar as fezes da urina, assim a ED não é utilizada como base nas formulações das rações.

Assim como a ED é resultante das perdas de energia pelas fezes, a EM é resultado da diferença da ED pelas perdas de energia na forma de gases e urina. Apesar das perdas por gases em aves serem muito pequenas, ela está relacionada com os processos fermentativos, geradores principalmente de dióxido de carbono e metano (LE GOFF *et al.*, 2002). Já as perdas pela urina são devido os compostos absorvidos e não utilizados, aos produtos finais dos processos metabólicos e endógenos (FERNANDES; VELASQUEZ, 2014). É importante citar que a EM é a energia que estará propriamente disponível para os processos metabólicos do animal.

A EM pode ser expressa como energia metabolizável aparente (EMA), que é a energia resultante da perda nas fezes e urina, ou excreta total, sem contar com as perdas endógenas. Quando se leva em consideração as perdas de origem endógena, por exemplo da descamação de células intestinais, hormônios, enzimas e outros, chamamos de energia metabolizável verdadeira (EMV) (LEESON; SUMMERS, 2001). Tanto a EMA como a EMV podem ser corrigidas para balanço de nitrogênio (EMA_n e EMV_n), que permite fazer uma estimativa de valores de animais com diferentes exigências proteicas. A EMA_n é baseada no fato de que aves em crescimento, a proteína retida e conseqüentemente não catabolizada não contribui para a energia das fezes e urina (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016), enquanto em aves adultas, partes desses compostos são excretados como ácido úrico (SIBBALD, 1982).

A EL é obtida da EM menos a energia perdida como incremento calórico (IC). O IC é toda energia perdida durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, e isso é aproximadamente 15% de toda a energia consumida, a qual será utilizada para manutenção da homeotermia corporal (BERTECHINI, 2006). Noblet *et al.* (2010) destacam que o incremento calórico varia com os diferentes consumos de EM e com diferentes alimentos,

por exemplo, animais que consomem abaixo da manutenção tendem ter um IC menor do que os que recebem acima da manutenção; e o IC tende a ser maior quando a EM é utilizada para deposição de proteína do que para deposição de gordura.

No estudo realizado por Emmans (1994) foi verificado o gasto energético para os processos metabólicos de cada nutriente, o mesmo constatou que de toda a EB ingerida houve perdas por IC em kcal/g do produto de 0.91 na matéria orgânica fecal, 3.92 na retenção lipídica proveniente dos carboidratos, 1.05 na retenção de lipídios, 6.98 para excreção de N urinário e 8.72 na retenção de proteína. Isso evidencia que o IC de proteínas é maior que de carboidratos e gorduras, respectivamente.

Os animais utilizam a EL para manutenção (EL_m) e para ganho (EL_g). A EL_m é responsável basicamente pela manutenção da homeotermia, potencial de membranas e *turnover* de macromoléculas (MEDEIROS; ALBERTINI, 2015). Segundo Emmans (1994) a energia para manutenção envolve os gastos com o metabolismo basal, produção de calor e com as atividades normais.

Para Lawrence e Fowler (1997), a energia metabolizável para manutenção (EM_m) é a taxa de produção de calor de uma animal, mantido em condições de temperatura ideal quando a taxa de consumo de EM é igual a taxa de perda de calor. Existe uma diferença entre o conceito nutricional de manutenção e o metabolismo basal, pois na manutenção o animal não vai estar em jejum (GUIMARÃES *et al.*, 2012). Dessa forma, segundo o mesmo autor, a produção de calor da EM_m leva em consideração o animal alimentando, e a EL_m é resultado do animal em jejum, sem a produção de calor advinda do IC. Dessa forma, para ele, a EM_m é sempre maior que a EL_m devido os animais requererem energia nos processos de consumir, digerir e metabolizar os alimentos.

Nas aves adultas, as exigências de manutenção é, segundo Sakomura e Rostagno (2016) a quantidade de energia necessária para a síntese e degradação dos nutrientes com retenção de energia igual a zero. Porém, nas aves em crescimento, como não existe um equilíbrio, as exigências de manutenção é a quantidade de energia necessária para o equilíbrio dinâmico do *turnover* proteico e lipídico, temperatura corporal e atividade física (CHWALIBOG, 1991; SAKOMURA *et al.*, 2014). Essas aves têm uma exigência de EM_m maior que as adultas, devido o maior gasto energético com a síntese proteica, resultando também em maior produção de calor (BLAXTER, 1989).

As exigências de energia de ganho em animais em crescimento podem ser determinadas, segundo Sakomura e Rostagno (2016) pela diferença entre a energia consumida (EMI) e energia para manutenção (EM_m).

A energia líquida para ganho (EL_g) é destinada para ganho de peso (retenção lipídica e proteína), produção de ovo ou de leite (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). A energia para ganho dependerá da eficiência de utilização da energia para deposição corporal (JORDÃO FILHO, 2008). O animal utilizará a EL_g quando o consumo diário for maior do que o exigido para manutenção, e segundo o NRC (1996) a energia será depositada no corpo do animal como matéria orgânica, ou seja, proteína ou gordura.

A energia é o componente nutricional que afeta diretamente o desempenho do animal, pois é quem regula o consumo de ração, assim tanto o excesso quanto a deficiência neste consumo podem ocasionar perda na produção (BARRETO *et al.*, 2007). Essa não deve ser considerada nutriente, pois ela é resultante da oxidação dos constituintes da dieta, liberada na forma de calor ou armazenada para posterior uso nos processos metabólicos do organismo animal (NRC, 1994), na forma de ATP. Assim, os nutrientes da ração quando oxidados fornecem energia ao animal, a qual segundo Jordão Filho (2008) segue preferencialmente para o gasto com atividade normal, com a produção de calor para manter a homeotermia corporal e se em excesso será utilizada para deposição ou perda de nutrientes do corpo das aves.

Como a energia da dieta afeta o desempenho produtivo das aves e é um fator determinante nos custos das rações, é necessário conhecer sua disponibilidade nos ingredientes das dietas e seu aproveitamento posterior pelos animais. Os níveis de energia da dieta tendem a controlar a eficiência alimentar, de maneira que, quando o nível aumenta, o consumo de ração é menor pois as necessidades energéticas são rapidamente atendidas e a taxa de crescimento é melhorada (WALDROUP, 1981). Porém, segundo Danicke *et al.* (2001), a capacidade metabólica de retenção de energia no corpo será determinada pela eficiência de uso da energia proveniente dos diversos ingredientes da ração.

O nível energético da ração é muito importante na formulação da mesma, pois segundo Bertechini (2006), as aves consomem os alimentos para atender às necessidades em energia, assim todos os outros nutrientes devem estar relacionados com a quantidade de energia da dieta. Quando as aves consomem ração à vontade, a energia pode limitar a ingestão de nutrientes, porém, quando em restrição alimentar, os mecanismos compensatórios são acionados, como as vias da glicogenólise e lipólise, com a finalidade de aumentar a utilização da energia corporal (JORDÃO FILHO, 2008). A quantidade de energia metabolizável que será consumida é dependente da necessidade da ave, do peso corporal, da fase de postura, do crescimento, dos níveis de manutenção e do ambiente de criação (BARRETO *et al.*, 2007), além de grau de atividade física e o grau de empenamento (LONGO *et al.*, 2006).

A exigência de energia das aves envolve os gastos energéticos com a manutenção e com crescimento corporal ou produção. Segundo Emmans (1994), a energia de manutenção compreende a soma dos gastos com o metabolismo basal, com a produção de calor e com atividades normais, como locomoção nas instalações. A energia utilizada para ganho depende, sobretudo, da eficiência de utilização da energia para deposição corporal (JORDÃO FILHO, 2008).

As recomendações das exigências de energia de codornas de corte normalmente utilizadas nas formulações das dietas são as de Silva e Costa (2009), estimada em 2,950 kcal EM/kg de 1 a 42 dias de idade e o NRC (1994) que recomenda 2,800 kcal EM/kg para codornas japonesas. Porém, outros estudos foram realizados com o objetivo de determinar a exigências de codornas de corte, como Muniz (2013), o qual determinou 2,820 e 2,850 kcal EM/kg de 1 a 14 dias e 15 a 35 dias, respectivamente. Scherer *et al.* (2011) determinou uma exigência de 2,997 kcal EM/kg na ração para codornas de 1 a 14 dias de idade.

2. Importância do cálcio e do fósforo na nutrição de aves

Os minerais representam cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves (BERTECHINI, 2012), dependendo do organismo vivo, seja ele vegetal ou animal, é necessário quantidades diferentes de minerais para manter o equilíbrio do metabolismo fisiológico (FIGUEIREDO JUNIOR *et al.*, 2012).

Os minerais são nutrientes importantes e fundamentais na dieta animal, que segundo Silva *et al.* (2014), participam de inúmeras funções no metabolismo dos animais, como componente estrutural de biomoléculas, influenciam no crescimento e manutenção de tecidos, ativam ações hormonais, são cofatores enzimáticos, regulam a pressão osmótica e o equilíbrio acidobásico, influenciando assim, de forma geral, a produção animal.

O cálcio e fósforo são os minerais responsáveis pela ótima taxa de crescimento e pela mineralização óssea (PINHEIRO *et al.*, 2015), quando deficientes na ração, podem provocar distúrbios metabólicos e problemas com o desenvolvimento do osso (CUPERTINO *et al.*, 2005). Ademais, são considerados minerais essenciais pois estão envolvidos em muitas vias metabólicas e consequentemente importantes na reprodução, no crescimento e no sistema de geração de energia do corpo (LIMA, 2011).

As aves respondem as concentrações de cálcio e fósforo de maneira distintas, sendo que níveis muito baixos acarretam sinais de deficiências, quantidades intermediárias, ou seja, atendendo as exigências, ocorre a manutenção da homeostasia mineral e reserva nos tecidos e

por fim, em níveis excedentes aos requeridos, pode ocasionar toxicidade ao animal (FIGUEIREDO JÚNIOR *et al.*, 2018).

O mineral mais abundante no organismo animal é o cálcio, e este é responsável por contribuir com 1 a 2% do peso corporal com funções específicas no crescimento e manutenção do tecido ósseo, no metabolismo celular, no equilíbrio eletrolítico, na contração muscular, ativa reações que envolve enzimas (AMMERMAN; BAKER; LEWIS, 1995) e é importante na formação da casca do ovo (GARCIA *et al.*, 2000), contribuindo assim para conservação da vida.

O cálcio é encontrado predominantemente no esqueleto, cerca de 98%, e os outros 2% nos fluidos extracelulares. No plasma, 50% do cálcio é encontrado na forma solúvel ionizada, enquanto 40 a 45% são ligados à proteínas, principalmente albumina e compostos orgânicos, existe ainda uma pequena quantidade, 5% que é ligada a compostos inorgânicos não ionizáveis (HAYS; SWENSON, 1996). Para Pereira (2004), esse cálcio plasmático é essencial para várias funções, como coagulação sanguínea, permeabilidade da membrana, ativação de vários sistemas enzimáticos, excitabilidade e transmissão do sistema neuro-muscular, e assim quando em maior ou menor quantidade do exigido pode afetar a atividade cardíaca devido ao aumento da duração e da força de contração.

O cálcio é depositado no osso em maior quantidade na fase de crescimento (PERINE *et al.*, 2016) ocorrendo um rápido aumento no corpo do pintinho na fase inicial, e no final de um mês, ele tem 80% do cálcio total de uma ave adulta (EDWARDS Jr, 2000). A utilização do cálcio no organismo dependerá da idade e do tipo do animal, sendo que em aves em crescimento, a maior quantidade de cálcio é para suprir o crescimento do osso, enquanto que na fase de produção, esse cálcio será utilizado para formação da casca do ovo (SCOTT *et al.*, 1982).

Na fase de crescimento, quando o cálcio da dieta das aves está em um nível menor ao exigido, pode haver um comprometimento da homeostase mineral e um inadequado desenvolvimento ósseo, e como consequência uma calcificação anormal dos ossos (SILVA, 2008). Porém, quando em excesso, este pode dificultar a absorção de outros minerais (SMITH; KABAJA, 1984).

O fósforo é um dos nutrientes mais caro da ração, ficando atrás apenas das fontes de energia e de proteína. Além de ser um elemento de importância econômica e fisiológica, o fósforo tem uma influência no aspecto ambiental (PINHEIRO *et al.*, 2015). O consumo de altas quantidades pelos animais ocasiona uma maior excreção no ambiente desse mineral e

consequentemente pode ocorrer contaminação do solo e dos lençóis freáticos (RUNHO *et al.* 2001).

Esse mineral compõem as moléculas transferidoras de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), influenciando todas as vias do metabolismo energético animal (LIMA, 2011). Ademais, segundo McDowell (1992), o fósforo está relacionado diretamente com o metabolismo do cálcio, de carboidratos e aminoácidos, é constituinte das membranas celulares, como fosfolípidios e dos ácidos nucleicos, do DNA e RNA, é responsável pelo crescimento e diferenciação celular e também pela hereditariedade e, assim como o cálcio, participa do metabolismo do sistema neuro-muscular.

Apesar de existir recomendações das exigências de cálcio e fósforo para codornas europeias (Tabela 1), ainda, segundo Cabral (1999) há uma falta de concordância sobre os níveis exigidos desses minerais, que pode ser relacionados aos fatores nutricionais, genéticos, ambientais e de manejo, além disso, devemos levar em consideração que elas podem ter sido definidas por diferentes metodologias. Para Albino e Barreto (2003) a determinação correta das exigências nutricionais é muito importante para as aves, pois a dieta é talvez o principal fator que determina a expressão do potencial genético.

Tabela 1. Exigência nutricional de cálcio e fósforo para codornas europeias em diferentes idades

Idade	Exigência		Autor
	Cálcio (%)	Fósforo disp. (%)	
1 – 14 dias	0,65	0,41	Silva (2008)
15 – 35 dias	0,61	0,41	Silva (2008)
1 - 21 dias	0,85	0,38	Silva e Costa (2009).
22 – 42 dias	0,70	0,30	Silva e Costa (2009).
1 – 42 dias	0,75	0,35	Silva e Costa (2009).

3. Influência da temperatura sobre as exigências nutricionais

A temperatura é um dos fatores que influencia as diversas reações químicas no corpo do animal. Em razão disso, deve haver uma estreita relação de variação da temperatura para manter a integridade e função celular do mesmo. As exigências nutricionais de codornas têm sido mais estudadas justificando o efeito da alimentação nos custos totais de produção, porém, pouco se conhece a respeito das exigências adequadas às diversas condições brasileiras de temperatura.

O ambiente térmico tem efeito direto sobre as respostas fisiológicas e consequentemente no desempenho dos animais, pois mesmo sendo animais homeotérmicos, ou

seja, conseguem regular a temperatura corporal independente da ambiental (FURTADO *et al.*, 2010; ABREU; ABREU, 2011; SOUSA *et al.*, 2014a), utilizam, para isso, mecanismos comportamentais e fisiológicos que podem comprometer o máximo desempenho. Vários estudos têm mostrado que os ajustes nas práticas de manejo sobre o ambiente potencializam a produção e garantem o desenvolvimento da atividade avícola.

Sendo assim, a temperatura tem uma influência direta no desempenho das aves e, em locais que apresentam temperatura e umidade alta, as aves terão dificuldades de dissipar o calor corporal excedente para o ambiente, desse modo, o desempenho será alterado, pois apenas uma parte da energia ingerida através da ração será utilizada para produção e a outra, nos mecanismos de homeotermia ou, é perdida para o ambiente na forma de calor (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Em ambientes quentes, é importante compreender o impacto das fontes energéticas da ração, pois a produção de calor aumenta quando o organismo utiliza a proteína como fonte de energia, quando comparado com carboidratos e lipídeos (SILVA *et al.*, 2012). Dessa forma, no momento da formulação da ração é importante atender a relação adequada entre os nutrientes e energia, considerando que esta regula o consumo de ração através do efeito glicostático e, consequentemente todos os outros nutrientes da dieta. Além do mais, é importante compreender que a temperatura interfere no consumo de ração, sendo que altas temperaturas reduzem e baixas podem aumentar esse consumo.

Dessa forma, deve-se levar em consideração, que o consumo de energia é um dos fatores mais importantes capazes de limitar o desempenho de aves submetidas à altas temperaturas. Assim, a concentração de energia na dieta deve ser ajustada para permitir a redução no consumo da ração em temperaturas mais altas (FERNANDES *et al.*, 2014).

Para Lima (2011) a total expressão do potencial genético das aves depende da temperatura nas instalações e assim devem estar dentro dos limites de termoneutralidade. Apesar de poucos trabalhos relatarem as faixas de temperatura de conforto térmico para codornas europeias, Sousa *et al.* (2014) observaram que para o melhor desempenho, a temperatura na primeira semana de vida varia de 36 a 39°C e valores de ITGU entre $87,1 \pm 0,4$ e $91,4 \pm 0,6$, na segunda semana seria de 30 a 27°C com ITGU entre $75,8 \pm 0,4$ e $79,9 \pm 0,6$, na terceira, é de 24°C com ITGU de $70,8 \pm 0,5$, na quarta semana é de 26°C com ITGU $75,3 \pm 0,7$ e na quinta semana, uma temperatura de 25°C com ITGU $75,8 \pm 0,9$, acima destes valores já ocorrem perdas produtivas.

Sendo assim, as exigências nutricionais de codornas alteram quando estão em temperaturas acima das faixas de conforto térmico, é o que mostra o estudo de Jordão Filho *et*

al., (2011), os quais observaram que o aumento da temperatura ambiental reduziu a exigência de energia para manutenção devido a menor necessidade de desviar energia da produção para homeotermia. Assim também, pode ser observado no trabalho de Sakomura *et al.* (2005), os quais observaram que a medida que aumentava a temperatura do ambiente de 12 à 31°C, as exigências de energia metabolizável para manutenção de poedeiras diminuiu de 138,47 para 92,79 kcal/kg^{0,75}/dia. Os resultados do presente estudo corroboram com àqueles de Balnaves, Farrel e Cumming (1978) que afirmam que a energia para manutenção pode ser influenciada pela temperatura ambiente, neste caso, devido a utilização desta energia na manutenção da homeotermia, e por fatores como a locomoção das aves.

Apesar de alguns estudos mostrarem um efeito linear da temperatura sobre exigência de energia metabolizável para manutenção, Rutz (1996) sustenta que a relação entre produção de calor corporal e a temperatura ambiente pode não ser linear, pois inicialmente as exigências de energia metabolizável para manutenção em condições de estresse por calor aumentam para que a ave consiga perder calor por evaporação.

Quando a temperatura ambiental é elevada ocorre um aumento das perdas evaporativas e, isso faz com que o organismo do animal aumente também a eliminação de substâncias iônicas, principalmente dos minerais Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺ e inversamente aumento de Cl⁻, isso ocasiona o aumento na reciclagem da água o qual exigira um incremento na reciclagem eletrolítica (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003). Em estudo com frangos de 1 a 21 dias realizado por Vieites *et al.* (2004), foi possível observar que maiores quantidades de potássio e cloro na ração aumentam os níveis séricos de cálcio e fósforo, isso porque pode haver uma maior mobilização óssea desses dois minerais para disponibilizar mais eletrólitos que seriam utilizados nos mecanismos de regulação das aves.

4. Fontes energéticas da ração

Na tentativa de minimizar os efeitos negativos de altas temperaturas, estratégias nutricionais vêm sendo estudadas, dentre essas podemos citar o aumento na densidade da ração através de ingredientes com baixo incremento calórico, que reduz a produção de calor endógeno e conseqüentemente melhora o desempenho (BARBOSA, 2016). Segundo o mesmo autor, rações com baixo incremento calórico diminuem a exigência de energia de manutenção e assim disponibilizam mais energia líquida para produção.

Segundo Teixeira (2017) o incremento calórico é resultado do calor produzido nos processos de ingestão, digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes da dieta, devido ao

aumento das atividades dos sistemas circulatórios e respiratórios, gastrointestinais, hepática e renal. O incremento calórico envolve toda energia liberada na forma de calor dessas atividades, porém, ela não pode ser utilizada nos processos de produção, mas em ambientes com baixa temperatura, pode ser utilizada para os processos de homeotermia (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Já a produção de calor, é o somatório do incremento calórico mais a energia utilizada para manutenção (NOBLET; MILGEN; DUBOIS, 2010).

Noblet, Milgen e Dubois (2010), afirmam que o incremento calórico varia com os diferentes consumos de energia metabolizável e com diferentes alimentos. De acordo com os autores, os animais que consomem abaixo da manutenção tendem ter um incremento calórico menor do que os que recebem acima da manutenção; e o incremento calórico tende a ser maior quando a energia metabolizável é utilizada para deposição de proteína do que para deposição de gordura, além da eficiência do custo ser menor. Segundo Snizek (2017), isto acontece porque o processo ocorre com contínuo catabolismo, anabolismo e muitas vezes síntese de aminoácidos não essenciais. Apesar disso, o processo de deposição de proteína requer menor quantidade de energia quando comparado com a deposição de tecido adiposo, pois o tecido muscular possui grande quantidade de água, em torno de 78%, enquanto o adiposo tem apenas 10%, o que faz com que no processo necessite de 2,5 mais energia.

As fontes energéticas influenciam diretamente no maior ou menor incremento calórico da dieta, sendo que as proteínas apresentam maior incremento calórico, seguido dos carboidratos e lipídios. Assim, a utilização de gordura em substituição ao carboidrato na dieta pode reduzir o incremento calórico (NJOKU; NWAZOTA, 1989). No entanto, segundo Lipstein e Bornstein (1975), o efeito positivo dessa substituição é mais evidente em ambientes que apresentem altas temperaturas.

A proteína é o nutriente mais termogênico, com um gasto total de 19% da energia ingerida para sua utilização e estocagem, já com os lipídios, a necessidade é de apenas 3% para os mesmos processos (CROVETTI *et al.*, 1998; WESTERTERP-PLANTENGA *et al.*, 1999). Quando comparada com os carboidratos, a proteína tem um custo de 50 a 100% maior, o que segundo Johnston, Day e Swan (2002), estar relacionado ao custo metabólico da síntese de peptídeos ligantes, ureogênese e gliconeogênese.

A avaliação do gasto energético para os processos metabólicos de cada nutriente, mostra que, de toda a energia bruta ingerida há perdas por incremento calórico em kcal/g do produto de 0.91 na matéria orgânica fecal, 3.92 na retenção lipídica proveniente dos carboidratos, 1.05 na retenção de lipídios, 6.98 para excreção de nitrogênio urinário e 8.72 na

retenção de proteína (EMMANS, 1994). Isso evidencia que o incremento calórico de proteínas é maior que de carboidratos e gorduras.

A glicose fornece 3,7 kcal/g e o amido 4,2 kcal/g, sendo que em média os carboidratos fornecem 4,139 kcal/g de energia bruta, as proteínas 5,6 kcal/g e as gorduras 9,4 kcal/g (NRC, 1998). A maior densidade energética dos lipídios justifica seu uso como principal forma de estocar energia em plantas e animais (FERNANDES E VELASQUEZ, 2014).

Apesar da proteína apresentar maior quantidade de energia que os carboidratos, pois possuem nitrogênio e enxofre como elementos oxidáveis adicionais, ela é fonte ineficiente de energia quando não utilizada para deposição de proteína (BORILLE, 2016). Isso porque, devem ser considerados os gastos de ATP na síntese e catabolismo das proteínas, além dos gastos com a eliminação do excesso de nitrogênio como ácido úrico (MILGEN; NOBLET, 2003).

Para Syafwan, Kwakkel e Verstegen (2011), cada nutriente tem seu potencial para produção de ATP (Tabela 2). Assim, o amido e os lipídios quando utilizados para manutenção, cerca da mesma quantidade de energia metabolizável é usada como ATP e consequentemente o calor produzido é o mesmo por valor calórico do nutriente para manutenção. Caso os lipídeos sejam utilizados para atividade, cerca de 66% do valor calórico pode ser convertido a ATP e os 34% é perdido por calor residual. Na produção de gordura, os lipídeos depositam cerca de 90% do valor calórico desse nutriente, enquanto apenas 10% é desperdiçado, o que mostra a alta eficiência dos lipídeos nessa deposição. Em relação as proteínas na produção de ATP, há uma maior produção de calor por valor calórico.

Tabela 2. Eficiência bioquímica de nutrientes absorvidos para ATP e síntese lipídica

Nutrientes	Valor calórico (kJ/g)	Produção de ATP (%)	Síntese lipídica (%)
Ácidos graxos	39,8	66	90
Amido	17,7	68	74
Proteína	23,8	58	53

Adaptado de Black (1995)

Dessa forma, quando uma dieta contém alta energia com um teor de lipídio relativamente elevado, menor vai ser a carga de calor por unidade de energia após a digestão e, os animais irão depositar uma parte da gordura dietética diretamente como gordura corporal (SYAFWAN; KWAKKEL; VERSTEGEN, 2011). Isso ocorre de forma mais eficiente pela menor utilização de energia e consequentemente menor produção de calor, pois não são necessárias muitas mudanças na conversão dos ácidos graxos em gordura corporal.

A síntese de gordura a partir de ácidos graxos não requer alterações ou energia quando comparados com carboidratos, pois esses devem ser transformados antes de serem usados nessa síntese ou para a produção de ATP, visto que o corpo não armazena muito carboidratos.

No caso da proteína dietética, a mesma deve ser hidrolisada primeiro em aminoácidos e peptídeos e, a partir desses, a proteína corporal pode ser montada caso o padrão de ingestão seja equilibrado. Dessa forma, quando o padrão de aminoácido ingerido coincide com a proteína corporal a ser construída, não ocorre muitas mudanças, porém custa energia (SYAFWAN; KWAKKEL; VERSTEGEN, 2011).

Sabe-se, portanto, que de acordo com o nutriente fornecido na dieta como fonte de energia, apesar de poderem prover a quantidade de nutrientes digestíveis similares, porém devido a cinética da digestão ser distinta, podem resultar em desempenhos diferenciados (WEURDING; ENTING; VERSTEGEN, 2003).

4.1 Amido de milho

O amido é o carboidrato em maior proporção encontrado nos vegetais. Sendo constituído de cadeias de glicose na forma de grânulos insolúveis composto de α -amilose e amilopectina e é sintetizado pelas plantas como reserva nutricional.

A α -amilose é um polímero linear com vários resíduos de glicose com ligações α -1,4, enquanto a amilopectina, além das ligações α -1,4 apresentam também ramificações α -1,6 a cada 24 a 30 resíduos de glicose na cadeia linear (ESKIN; SHAHIDI, 2015). Existe uma variação entre as espécies em relação a quantidade de α -amilose e amilopectina, por exemplo, o milho duro contém, 24% de amilose e 76% de amilopectina, em média, enquanto o ceroso, apresenta apenas 1% de amilose, quase sua totalidade é apenas amilopectina (BELLO PÉREZ; MONTEALVO; ACEVEDO, 2006).

No metabolismo energético de vertebrados, a glicose do amido é o monossacarídeo central, que além de fornecer energia para o cérebro, medula espinhal, gônadas sexuais e sistema nervoso central, pode ser convertida em vitamina C (SILVA *et al.*, 2014).

A digestibilidade, a absorção dos produtos finais da digestão e o metabolismo, são os fatores que afetam disponibilidades dos carboidratos para os animais (VIEIRA, 2002). Segundo o mesmo autor, a digestão de carboidratos nas aves, não inicia na boca, como em grande parte animais, devido à ausência de dentes e principalmente de amilase salivar na cavidade bucal.

Nas aves, a digestão do amido propriamente dita, inicia no intestino delgado pela ação exócrina do pâncreas, o qual secreta α -amilase. Essa enzima age sobre as ligações glicosídicas

do tipo α -1,4 da amilose, gerando maltose e maltotriose (VIEIRA, 2002). Segundo Cunningham e Klein (2014) a α -amilase cliva as cadeias de amido em seções médias, o que resulta na produção de polissacarídeos de cadeia de extensão intermediária, conhecidas como dextrinas, as quais continuam sendo hidrolisadas até formarem as unidades de dissacarídeos (maltose) e trissacarídeos (maltotriose).

Sobre as ligações α -1,6 da amilopectina, a ação da α -amilase resultará em dextrina-limite e um dissacarídeo conhecido como isomaltose (VIEIRA, 2002). Essas são formadas devido ao fato que as ligações nas pontas dos ramos da cadeia da α -1,6 da amilopectina não são hidrolisadas (CUNNINGHAM; KLEIN, 2014). Segundo o mesmo autor, o resultado desta primeira fase luminal da digestão dos carboidratos é a liberação de muitos dissacarídeos, trissacarídeos e oligossacarídeos a partir do amido.

As enzimas ligadas à borda em escova, como dextrinase, maltase e isomaltase, agem sobre os produtos da primeira fase e liberam 80% de glicose e 20% frutose e galactose, segundo (SILVA *et al.*, 2014). Os mesmos autores afirmam que esses monossacarídeos serão absorvidos por transporte ativo, com exceção da frutose que pode ser absorvida por difusão facilitada.

Segundo Bertechini (2012), após absorção dos carboidratos, em animais em crescimento, a principal função da glicose é fornecimento de energia através dos processos metabólicos, nos adultos, a maior fração é metabolizada em lipídeos e será utilizada como reserva energética para o animal. A principal rota pós absorção é a glicólise, com posterior entrada no ciclo de Krebs e cadeia respiratória, com saldo de 38ATPs, dióxido de carbono, água (VIEIRA, 2002), além das moléculas aceptoras de elétrons e hidrogênio.

4.2 Proteína isolada de soja

A proteína isolada de soja é a forma mais pura e refinada da soja, sendo proveniente da farinha de soja desengordurada, a qual passa por um processo de remoção de outros componentes, como carboidratos, fibras e fatores antinutricionais (SBAN, 2016). Esse processo inclui precipitação, lavagem, neutralização e secagem, transformando-a em um produto de alto valor proteico, com mais de 90% com base na matéria seca (PREDIGER, 2009).

Devido a menor quantidade de polissacarídeos e oligossacarídeos não amiláceos, como também de possuir alta digestibilidade, a proteína isolada de soja é o ingrediente de melhor qualidade para substituir o farelo da soja (PARSONS; ZHANG; ARABA, 2000). Além do mais, este ingrediente, apresenta baixa atividade inibitória de tripsina (GENOVESE; LAJOLO, 1998),

devido ao processo de precipitação que elimina a fração solúvel da proteína, onde se encontra os inibidores de tripsina (HONIG; RACKIS; WOLF, 1987).

Segundo Musharaf e Latshaw (1999), as proteínas quando utilizadas como fonte de energia de manutenção produzem mais calor do que os carboidratos e gorduras, assim não são nutrientes adequados para atender as exigências de manutenção, principalmente à longo prazo; apesar das proteínas serem menos eficientes como fonte de energia, elas são essenciais a uma dieta nutricionalmente completa. Assim como os outros nutrientes, as exigências de proteínas e aminoácidos das aves são divididas para manutenção, crescimento e produção, sendo que os aminoácidos, segundo Bequette (2003), têm como principal função, serem precursores de síntese proteica.

A digestão das proteínas nas aves inicia no proventrículo, com a ativação da pepsina pela ação do ácido clorídrico, que vai hidrolisar as proteínas em proteoses, peptonas e polipeptídeos maiores. No intestino delgado, essas sofrem ação das enzimas pancreáticas, tripsina, quimotripsina e elastase, as quais foram ativadas neste local pelas enteropeptidases. Posteriormente, as enzimas da borda em escova agem sobre os dipeptídeos, transformando-os em aminoácidos livres e pequenos peptídeos. A absorção desses peptídeos e aminoácidos livres ocorre através de transporte passivo e ativo, com posterior atuação de enzimas peptidases intracelulares que irão hidrolisar em aminoácidos livres (SILVA *et al.*, 2014).

É importante ressaltar que a principal diferença entre a digestão da proteína e dos carboidratos é o número de enzimas diferentes envolvidas em todo o processo. No caso da digestão de proteínas o número é bem maior, pois as suas moléculas são constituídas de inúmeros aminoácidos, o que acarreta a necessidade de várias enzimas para clivar as ligações peptídicas entre os tipos específicos de aminoácidos, enquanto as moléculas de amido são formados apenas pelo monômero de glicose (CUNNINGHAM; KLEIN, 2014).

Os aminoácidos quando em excesso na dieta, são degradados e o grupamento α -amino (NH_4^+) através de transaminação ou desaminação são deslocados, enquanto o esqueleto carbônico é convertido em intermediários do ciclo de Krebs ou em acetil CoA, acetoacetil CoA ou piruvato. Dessa forma, o esqueleto carbônico poderá ser utilizado nas vias que envolvem transferência de energia, através da conversão em carboidratos, como glicogênese e gliconeogênese, através da lipogênese ou podem ser oxidados à CO_2 , H_2O e energia, e o nitrogênio residual poderá ser excretado pelos rins, porém, com alto gasto energético para o organismo (MOREIRA *et al.*, 2014).

4.3 Óleo de soja

A utilização de óleo e gorduras nas rações tem trazido vantagens para a produção avícola. Esses ingredientes são capazes de elevar a densidade energética e melhorar a palatabilidade da ração, diminuir a velocidade de passagem do alimento no trato digestório, propiciar maior utilização dos componentes da dieta, fornecer ácidos graxos essenciais e reduzir o incremento calórico (MORITA, 1992; BRAGA; BAIÃO, 2001).

Para Lara (2004) a fonte lipídica na ração pode modificar as características qualitativas da carcaça de frango, e assim melhorar o valor nutricional e trazer benefícios aos consumidores, além disso, com a inclusão de óleo, pode haver melhoria quanto aos aspectos, cor e o odor, assim como a palatabilidade da carne.

Existe uma série de produtos lipídicos de origem vegetal e animal que podem ser incluídos nas rações de aves, como por exemplo, o óleo de soja, mais utilizado, de girassol, de milho, de palma, de canola, além de óleo de vísceras, sebo bovino, óleo de peixe e banha suína (DUARTE, 2007).

Assim como os carboidratos, a digestão dos lipídios nas aves ocorre no intestino delgado. A chegada da mistura lipídica neste local, estimula a liberação de tampões de bicarbonato que neutralizam o pH fazendo com que essa mistura se desassocie, assim os ácidos graxos e os fosfolipídios se posicionam em interface lipídio-água, o que aumenta a área de superfície e otimiza a eficiência digestiva (DE BLAS; MATEOS, 1991; MORAN JUNIOR, 1994). Os sais biliares emulsificam as gorduras, formando as micelas para facilitar a ação das enzimas lipases, que são secretadas pelo pâncreas. Essas enzimas hidrolisam os triglicerídeos e as micelas se aproximam nas microvilosidades intestinais e então seus elementos são absorvidos.

Após absorção os ácidos graxos, os monoglicerídeos são novamente convertidos em triglicerídeos e juntamente com o colesterol e proteínas formam agregados chamados de quilomícrons, os quais serão transportados do intestino para o sistema circulatório das aves (LEHNINGER; NELSON; COX, 2000; LEESON; SUMMERS, 2001). Segundo Duarte (2007), os lipídios serão utilizados no fígado, de forma semelhante aos carboidratos, sendo aqueles, utilizados em vias catabólicas e anabólicas ou poderão ser estocados e posteriormente oxidados na síntese de ATP, além de também serem reesterificados e armazenados no tecido adiposo como triglicerídeos.

5. Metodologia fatorial para estimar exigência nutricionais das aves

Os métodos utilizados para estimar as exigências nutricionais das aves têm sido baseados pelo método empírico (dose-resposta) e pelo fatorial. O método empírico determina as exigências através da resposta no desempenho dos animais alimentados com dietas que contêm níveis crescentes de um determinado nutriente, enquanto o método fatorial, baseia-se no princípio de que a ave necessita de nutrientes para manter os processos vitais normais, crescimento e/ou produção (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

O método dose-resposta, apesar de ser mais tradicional, de baixo custo de operação e manejo facilitado (VALADARES; PAULINO; SAINZ, 2002), não estima as exigências de manutenção, ganho e produção de maneira individual e sim em conjunto. Diante disso, é importante utilizar técnicas que fracionem a eficiência para deposição de energia, proteína e demais nutrientes em cada atividade produtiva.

O método fatorial fraciona as exigências dos animais, em manutenção e ganho (SILVA *et al.*, 2004), e ainda estabelece as exigências nutricionais levando em consideração as diferenças de peso, composição corporal, potencial de crescimento, produção e ainda o ambiente (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Para Jordão Filho (2008), este método determina as exigências através da composição corporal dos animais, de forma que, o nutriente ou a energia acumulada no corpo são quantificados através da moagem de toda a carcaça do animal e calculados pelo que foi ingerido. Para Valadares, Paulino e Sainz (2002), isso faz com que o método seja trabalhoso, demorado e oneroso, sendo também necessário equipamentos específicos para a determinação das exigências.

Para determinação da energia ou do nutriente retido é utilizado o meio de abate comparativo, que segundo Wolnetz e Sibbald (1987) baseia-se na composição da carcaça de um grupo de aves que poderá representar uma população da mesma espécie. Assim, a deposição ou remoção da energia ou do nutriente no tecido animal poderá ser estimado através de um abate no início e outro no final do período experimental ou através de abates em séries (ALBINO *et al.*, 1994).

O método fatorial pode ser representado pelo seguinte modelo: $CN = Nm + Ntm + Ng$, em que CN é o consumo do nutriente e Nm, Ntm e Ng, as demandas de nutrientes para manutenção, retenção de tecido magro e retenção de gordura corporal, respectivamente. Nm é dependente do peso e da composição corporal, Ntm é destinado à maximização, mas é limitado pelo potencial genético de deposição de tecido magro, e o CN e Ng sofrem influências ambientais e genéticas (EMMANS, 1986).

A partir da determinação das exigências de manutenção e de ganho de peso é possível desenvolver modelos de predição mais adequados à realidade, já que os mesmos levam em consideração os fatores que poderão interferir nas exigências nutricionais (SAKOMURA *et al.*, 2005). Este fato faz com que o método fatorial seja vantajoso, pois permite aos produtores e empresas a otimização do manejo alimentar através da resolução das equações, sendo necessário apenas os parâmetros estimados na equação (JORDÃO FILHO, 2008). No entanto, são poucos os estudos com base no método fatorial para determinação das exigências nutricionais de codornas de corte.

5.1 Método fatorial para determinar exigências de manutenção

O conceito de manutenção está relacionado com a conservação da condição corpórea do animal quando estiver em repouso, apresentando um equilíbrio entre consumo e excreção de cinzas, nitrogênio e energia, sem que haja perdas nem ganho de proteína, gordura, carboidrato ou matéria mineral no corpo (ARMSBY; MOULTON, 1925). Para que as aves mantenham o balanço nutricional do organismo estável e que não haja alteração com o tempo é necessário que os nutrientes estejam presentes de maneira balanceada na ração (EMMANS, 1995).

O método utilizado para determinar as exigências de manutenção é a do abate comparativo (SAKOMURA, 1996), o qual já foi explicado anteriormente. Para estimar essa exigência utiliza-se regressão linear simples, sendo que o nutriente ingerido está em função do retido na carcaça (SAKOMURA, BASAGLIA; RESENE, 2002). O intercepto da reta com o eixo Y é o coeficiente “a” da equação e o coeficiente “b” é a eficiência de utilização do nutriente para ganho (LIMA, 2011). A exigência de manutenção é então determinada pela divisão do coeficiente “a e b” da equação pelo peso metabólico calculado. O peso metabólico é calculado pelo peso vivo da ave elevado à potência 0,75 (JORDÃO FILHO, 2008). No cálculo de peso metabólico, considera-se o peso vivo inicial das aves com o consumo à vontade somado ao peso final, dividido por dois e elevado a potência de 0,75 (KIM, 1995).

Para determinação de energia líquida de manutenção é utilizado um método proposto por Farrel (1974), por meio do qual a energia líquida de manutenção é estimada por regressão exponencial da produção de calor em função da energia metabolizável ingerida. É importante comentar, que a energia líquida é a obtida da energia metabolizável menos a energia perdida como incremento calórico. O incremento calórico é toda energia liberada durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, a qual será utilizada para manutenção da homeotermia corporal (BERTECHINI, 2006).

Os animais utilizam a energia líquida para manutenção (EL_m) e para ganho (EL_g). A EL_m é responsável basicamente pela manutenção da homeotermia, do potencial de membranas e *turnover* de macromoléculas (MEDEIROS; ALBERTINI, 2015). Segundo Emmans (1994), a energia para manutenção envolve os gastos com o metabolismo basal, produção de calor e com as atividades normais.

Para Lawrence e Fowler (1997), a energia metabolizável para manutenção (EM_m) é a taxa de produção de calor de uma animal, mantido em condições de temperatura ideal, quando a taxa de consumo de energia metabolizável é igual à taxa de perda de calor. Existe uma diferença entre o conceito nutricional de manutenção e o metabolismo basal, pois na manutenção o animal não vai estar em jejum (GUIMARÃES *et al.*, 2012). Desse modo, segundo os autores, a produção de calor da EM_m leva em consideração o animal alimentando, e a EL_m é resultado do animal em jejum, sem a produção de calor advinda do incremento calórico. Dessa forma, para ele, a EM_m é sempre maior que a EL_m devido os animais requererem energia nos processos de consumir, digerir e metabolizar os alimentos.

Nas aves adultas, exigências de manutenção, segundo Sakomura e Rostagno (2016) representam a quantidade de energia necessária para a síntese e degradação dos nutrientes com retenção de energia igual a zero. Porém, nas aves em crescimento, como não existe um equilíbrio, as exigências de manutenção é a quantidade de energia necessária para o equilíbrio dinâmico do *turnover* proteico e lipídico, temperatura corporal e atividade física (CHWALIBOG, 1991; SAKOMURA *et al.*, 2014). Essas aves têm exigência de EM_m maior que as adultas, devido ao maior gasto energético com a síntese proteica, resultando também em maior produção de calor (BLAXTER, 1989).

5.2 Método fatorial para determinar exigências de ganho

A exigência para ganho diário é baseada na relação entre a exigência líquida de ganho e a eficiência de utilização (SILVA *et al.*, 2004). Segundo Albino *et al.* (1994) a exigência líquida para ganho é determinada pelo coeficiente “b” da equação de regressão linear, a qual relaciona a energia ou o nutriente retido no corpo vazio em função do peso corporal do animal. Já a eficiência de utilização da energia ou dos nutrientes para ganho é determinada, segundo Baker *et al.* (1996), pelo coeficiente “b” da regressão entre a energia ou nutrientes ingeridos pelo retido no corpo vazio. A eficiência de utilização indica o quanto, em porcentagem, que a energia ou o nutriente é depositado na carcaça das aves em consumo de 1g (1%) da energia ou do nutriente (JORDÃO FILHO *et al.*, 2011).

A energia líquida para ganho (EL_g) é destinada para ganho de peso (retenção lipídica e proteína), produção de ovo ou de leite (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). A energia para ganho dependerá da eficiência de utilização da energia para deposição corporal (JORDÃO FILHO, 2008). O animal utilizará a EL_g quando o consumo diário for maior do que o exigido para manutenção, segundo o NRC (1996) a energia será depositada no corpo do animal como matéria orgânica, ou seja, proteína ou gordura.

Para determinação de exigência nutricional para ganho, pelo método fatorial, é necessário realizar o abate comparativo em série com o objetivo de verificar a retenção da energia ou nutriente ao longo do tempo, diferentemente da exigência de manutenção que é realizado apenas um abate inicial e um final ao longo do período experimental (ALBINO *et al.*, 1994; BAKER *et al.*, 1996, SILVA *et al.*, 2004).

REFERÊNCIAS

- ABREU, V. M. N., ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011.
- ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 268p
- ALBINO, L. F. T. *et al.* Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura em recria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1625-1629, 1994.
- AMMERMAN, C. B.; BAKER, D. H.; LEWIS, A. J. **Bioavailability of nutrients for animals: Amino Acids, Minerals, Vitamins**. 1 ed. Academic Press, 1995. 441p.
- ARMSBY, H.P.; MOULTON, C.R. **The animal as a convertor of matter and energy**. New York: Chemical Catalog, 1925.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2010. 269 p.
- BALNAVE, D.; FARRELL, D. J.; CUMMING, R. B. The minimum metabolizable energy requirement of laying hens. **World's Poultry Science**, v. 34, p. 149-154, 1978.
- BARBOSA, F. C. **Desempenho e produção de calor de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável incrementada com glicerina**. 2016. 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.
- BARRETO, S. L. T. *et al.* Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas europeias na fase inicial de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 86-93, 2007.
- BELLO PÉREZ, L. A.; MONTEALVO, M. G. M.; ACEVEDO, E. A. Almidón: definición, estructura y propiedades. In: F. M. LATOJO, E. W. MENEZES. **Carbohidratos em alimentos regionales ibero-americano**. São Paulo: Edusp, 2006.
- BÉQUETTE, B. J. Amino Acid Metabolism in Animals: an Overview. In: D'Mello, J. P. F. (Ed.), **Amino Acids in Animal Nutrition**. 2 ed. CABI International, Wallingford, UK, 2003. p. 87-101.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301 p.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2012. 373 p.
- BLACK, J. L. Modelling energy metabolism in the pig - critical evaluation of a simple reference model. In: P. J. MOUGHAN, VERSTEGEN, M. W. A.; VISSER-REYNEVELD, M. **Modelling Growth in the Pig**, p. 87-102, 1995.
- BLAXTER, K. L. **Energy metabolism in animals and man**. Cambridge: University Press, 1989.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, n. C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, v. 3, p. 23- 28, 2001.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975-981, set-out, 2003.

BORILLE, R. **Efeito do ambiente térmico de criação sobre o desempenho e utilização da energia em frangos de corte**. Tese (Doutor em Zootecnia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

CABRAL, G. R. **Níveis de cálcio em rações para frangos de corte**. 1999. Tese (Doutorado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CAMARGO, M. G.; M. M. D. P. FURLAN. Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício, extremos de temperatura e doenças térmicas. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 278-288, maio/ago, 2011.

CHWALIBOG, A. Energetics of animal production. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 41, p. 147-160, 1991.

COSTA, F. G. P. *et al.* Exigências nutricionais para codornas europeias. In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL E IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2013, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: Necta, 2013 p. 85-99.

COSTA, F.G.P. *et al.* Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p. 1498-1505, 2001.

CROVETTI, R. *et al.* The influence of thermic effect of food on satiety. **European Journal Clinical Nutrition**, v. 52, p. 482–488, 1998.

CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CUPERTINO, E.S. *et al.* Exigências de manganês para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n. 6, p. 2308-2315, 2005.

DÄNICKE, S. *et al.* Effect of energy source and xylanase addition on energy metabolism, performance, chemical body composition and total body electrical conductivity (TOBEC) of broilers. **Journal Physiology and Animal Nutrition**, v. 85, p. 301-313, 2001.

DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. **Nutricion y alimentación de gallinas ponedoras**. Madri: MUNDI-PRENSA, 1991.

DUARTE, F. D. **Efeitos de fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça**. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2004.

EDWARDS JUNIOR, H. M. Nutrition and Skeletal Problems in Poultry. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1018-1023, 2000.

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

EMMANS, G. C. Effective energy: a concept of energy utilization applied across species. **British Journal of Nutrition**, v. 71, p. 801-821, 1994.

EMMANS, G. C. Growth, body composition and feed intake. **World's Poultry Science Journal**, v. 43, p. 208-227, 1986.

ESKIN, M.; SHAHIDI, F. **Bioquímica dos alimentos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FARREL, D. J. General principles and assumptions of calorimetry. In: MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M. (Eds.). **Energy requirements of poultry**. Edinburgh: British Poultry Science, 1974.

FERNANDES, G. F.; FERNANDES, F. F. D.; MOUSQUER, C. J. Nutrição de frangos de corte adequada a regiões de clima quente – revisão. **Nutritime**, v. 11, n. 1, p. 3045-3069, 2014.

FERNANDES, M. H. M. R.; VELASQUEZ, P. A. T. Metabolismo energético. In SAKOMURA *et al.* **Nutrição de não ruminantes**, 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2014.

FIGUEIREDO JUNIOR, J. P. *et al.* Transportadores de cálcio e fósforo em aves de postura. **Revista Campo Digital**, v. 13, n. 1, p. 70-81, jul./dez., 2018.

FIGUEIREDO JUNIOR, J. P. *et al.* Microminerais orgânicos na nutrição de poedeiras. **Revista Eletronica Nutritime**, v. 9, n. 3, p. 1833-1843, 2012.

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

FURTADO, D. A. *et al.* Índices de conforto térmico e concentrações de gases em galpões avícolas no semiárido paraibano. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 6, p. 993-1002, 2010.

FORTES, B. D. A. **Adição de enzimas em dietas com diferentes fontes de proteína para frangos**. 2014. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2014.

GARCIA, J. *et al.* Exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 733-739, 2000.

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Atividade inibitória de tripsina em produtos derivados de soja (*glycine max*) consumidos no Brasil. **Food Science and Technology**, v. 18, n. 3, 1998.

GRIEP JÚNIOR, D. N. *et al.* Evaluation of nutritional plans for meat quail. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 821-830, 2017.

GUIMARÃES, T. P. *et al.* Conceitos e exigências de energia para bovinos de corte. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 18, p. 54-67, 2012.

HAYS, V. W.; SWENSON, M. J. Minerais. In: DUKES, H. H.; SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Dukes, Fisiologia dos animais domésticos. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

HONIG, D. H.; RACKIS, J. J.; WOLF, W. J. Effects of pH and salt on yields, trypsin inhibitor content, and mineral levels of soybean protein isolates and wheys. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 35, n.6, p. 967-971, 1987.

JOHNSTON, C. S.; DAY, C. S.; SWAN, P. D. Postprandial Thermogenesis Is Increased 100% on a High-Protein, Low-Fat Diet versus a High-Carbohydrate, Low-Fat Diet in Healthy, Young Women. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 21, p. 55-61, 2002.

JORDÃO FILHO, *et al.* Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2415-2422, 2011.

JORDÃO FILHO, J. **Estimativas das exigências de proteína e de energia para manutenção, ganho e produção de ovos em codornas**. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

KIM, I. K. Maintenance requirements for amino acids by rats. **Journal of Nutrition**, v. 125, p. 1367, 1995.

LARA, L. J. C. **Efeito da fonte lipídica em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça**. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

LAWRENCE, T. L. J.; Fowler, V. R. **Growth of farm animals**. CAB International, 1997.

LE GOFF, G., L. *et al.* Digestibility and metabolic utilisation of dietary energy in adult sows: influence on addition and origin of dietary fibre. **British Journal of Nutrition**, v. 87, n. 4, p. 325-335, 2002.

LECLERCQ, B. Les rejets azotés Issus de l'élevage: importance et progrès envisageables. **INRA Production Animal**, v.9, p. 91-101, 1996.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4 ed. Ontario: University Books, 2001.

LEHNINGER, A. J.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2 ed. São Paulo: Sarvier, 2000.

LIMA, C. B. **Exigências nutricionais de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas**. 2011. Tese (Doutorado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

LIPSTEIN, B.; BORNSTEIN, S. Extra-caloric properties of acidulated soybean-oil soapstock for broilers during hot weather. **Poultry Science**, Champaign, v. 54, n. 2, p. 396-404, 1975.

LONGO, F. A. *et al.* Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.119-125, 2006.

McDOWELL, L. R. **Minerals and animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. 524p.

McDONALD, P. **Animal nutrition**. 6th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2002.

MEDEIROS, S. R.; ALBERTINI, T. Z. Partição de energia e sua determinação na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Embrapa, 2015.

MERSEGUEL, C. E. B. *et al.* Crude protein requirements for European quails. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 3, 2019.

MORAES, V. M. B.; ARIKI J. **Importância da nutrição na criação de codornas de qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2009.

MORAN Jr., E. T. Digestão e absorção de gorduras. In: Facta. **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas: Facta, 1994.

MOREIRA, I. Digestão e Absorção de Lipídeos. In: SAKOMURA, N. K. *et al.* **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Editora Funep, 2014.

MORITA, M. M. Custo X benefício do uso de óleos e gorduras em rações avícolas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1992. **Anais...** Santos: APINCO, 1992.

MUNIZ, J. C. L. **Energia metabolizável para codornas de corte**. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

MUSHARAF, N. A.; LATSHAW, J. D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **Worlds Poultry Science Journal**, v. 55, p. 233-240, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9. ed. Washington: National Academic of Sciences.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academic of Sciences.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1998. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington: National Academic of Sciences.

NJOKU, P.C.; NWAZOTA, A.O.U. Effect of dietary inclusion of ascorbic acid and palm oil on the performance of laying hens in a tropical environment. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 30, n. 4, p. 831-840, 1989.

NOBLET, J.; MILGEN, J. V.; DUBOIS, S. Utilisation of metabolisable energy of feeds in pigs and poultry: interest of net energy systems? In: ANNUAL AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SUMPOSIUM, 21, 2010, Sydney. **Proceedings...** Sidney: New South Wales, 2010.

PARSONS, C. M.; ZHANG, Y.; ARABA, M. Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. **Poultry Science**, v. 79, n. 8, p. 1127-1131, 2000.

PEREIRA, C. A. **Exigência nutricional de cálcio para codornas japonesas durante o pico de postura**. 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

PERINE, T. P. *et al.* Calcium requirement and vitamin D supplementation in meat-type quail at second stage of growth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 11, p. 655-660, 2016.

PINHEIRO, S. R. F. *et al.* Fósforo disponível na ração de codornas de corte em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 4, p. 818-826 out./dez, 2015.

PREDIGER, C. C. C. **Efeitos do consumo de proteína de soja isolada sobre os níveis de lipídeos séricos em mulheres**. 2009. Tese (Doutorado em Medicina). Centro de Ciências Médicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, M. H. M. R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2006.

RODRIGUES, L. R. **Índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de codornas japonesas alimentadas com redução proteica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

RUNHO, R. C. *et al.* Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 187-196, 2001.

RUTZ, F. Programa nutricional para frangos de corte e poedeiras comerciais em climas quentes. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2, 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1996.

SAKOMURA, N. V; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2 ed. Jaboticabal: Funesp, 2016.

SAKOMURA, N. K.; HAUSCHILD, L.; BONATO, M. A. Modelagem da Utilização da Energia nas Aves. In: SAKOMURA, N. K. *et al.* **Nutrição de não-ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2014

SAKOMURA, N. K. *et al.* Modelos para estimar as exigências de energia metabolizável para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 574-583, 2005.

SAKOMURA, N. K; BASAGLIA, R.; RESENDE, K. T. Modelo para Determinar as Exigências de Proteína para Poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2247-2254, 2002.

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

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

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição – SBAN. **O benefício do consumo da proteína isolada de soja nas diferentes fases da vida**, São Paulo, 2016

SCOTT, M. L.; NESHEIN, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3 ed. New York: Ithaca, 1982, 562p.

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

SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal Animal Science**, v. 62, p. 983-1048, 1982.

SILVA, J. H. V. *et al.* Digestão e absorção de carboidratos. *In*: N. K. Sakomura et al., **Nutrição de não ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2014.

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

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

SILVA, R. M. **Exigência nutricional de cálcio e de fósforo de codornas de corte (Coturnix coturnix sp) em crescimento**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1220-1230, 2004.

SKALAN, D.; PLAVNIK, I. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**, v.43, p. 442-449, 2002.

SMITH, O. B.; KABAJA, E. Effect of high dietary calcium and wide calcium/ phosphorus ratios in broiler diets. **Poultry Science**, v. 64, p. 1713-1720, 1984.

SNIZEK, P. N. Conceito de energia líquida para cães e gatos. **Revista eletrônica do Univag**, n. 17, 2017.

SOUSA, M. S. *et al.* Thermal comfort zones for starter meat-type quails. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 16, n. 3, p. 265-272, 2014a.

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

SUIDA, D. Proteína ideal, energia líquida e modelagem. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1, 2001, Santa Maria. **Anais ...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001.

TEIXEIRA, M. P. F. Efeito da composição da ração sobre a energia líquida em frangos de corte: revisão de literatura. **Nutritime**, v. 14, n. 6, nov./dez., 2017.

SYAFWAN, S.; KWAKKEL, R. P.; VERSTEGEN, M. W. A. Heat stress and feeding strategies in meattype chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 67, p. 653 – 674, 2011.

TESTER, F., KARKALAS, J.; QI, X. Starch-composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, v. 39, p. 151-165, 2004.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; SAINZ, R. D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE. 2002.

MILGEN, J. V.; NOBLET, J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. **Journal Animal Science**, v. 81, p. 86-93, 2003.

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

VIEITES, F. M. *et al.* Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre parâmetros sanguíneos e ósseos de frangos de corte aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1520-1530, 2004.

WALDROUP, P. Energy levels for broilers. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 58, p. 309-313, 1981.

WESTERTERP-PLANTENGA, M. *et al.* Satiety related to 24 h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. **European Journal Clinical Nutrition**, n. 53, p. 495–502, 1999.

WEURDING, R. E.; ENTING, H.; VERSTEGEN, M. W. The relation between starch digestion rate and amino acid level for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 82, n. 2, p. 279-284, 2003.

WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. **Fisiologia humana: os mecanismos das funções corporais**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

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

CAPÍTULO 2

Exigências de proteína e energia para manutenção e ganho de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes energéticas e alojadas em duas temperaturas

Exigências de proteína e energia para manutenção e ganho de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes energéticas e alojadas em duas temperaturas

Resumo: Objetivou-se com esse trabalho avaliar se substituição da energia do amido de milho pela energia da proteína isolada de soja e do óleo de soja e a temperatura ambiente afetam as exigências de manutenção e ganho em proteína e energia de codornas europeias. No ensaio para estimar as exigências de proteína e energia para manutenção, através da metodologia de abate comparativo, foram utilizadas 432 aves, de 10 a 30 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com peso inicial de $56,75 \pm 1,81$ g. As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (33cm x 33 cm x 10 cm) instaladas em duas salas com temperaturas controladas (26°C e 35°C) e alimentadas com três dietas em níveis de oferta *ad libitum*, 70 e 40% do consumo *ad libitum*. As dietas foram formuladas com a substituição da energia do amido de milho (AMI), correspondente a 15% da EM da dieta, pela energia da proteína isolada de soja (PIS) e óleo de soja (OS). Neste ensaio totalizou-se dezoito tratamentos, sendo três dietas, duas temperaturas e três níveis de oferta da ração com quatro repetições de seis aves. No ensaio para determinar as exigências de proteína e energia para ganho foram utilizadas 160 codornas europeias, que foram abatidas a cada 5 dias de experimento, isto é, com 10, 15, 20, 25 e 30 dias de idade. As aves foram alojadas em 4 grupos de 40 aves em sala com temperatura termoneutra (26°C). A temperatura e as fontes energéticas da ração afetaram as exigências de proteína e energia para manutenção e ganho de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade. As exigências de proteína para manutenção foram respectivamente, para AMI, PIS e OS, (7,73 / 8,52 / 6,00 g/kg^{0.75}/dia) para as aves alojadas a 26°C e (7,31 / 7,91 / 6,55 g/kg^{0.75}/dia) para aves alojadas a 35°C. Enquanto a exigência de proteína líquida para ganho foi de 0,19g/g. As exigências de energia para manutenção foram, respectivamente para AMI, PIS e OS, (96,48 / 102,69 / 93,24 kcal/kg^{0.75}/dia) para as aves alojadas a 26°C, e (85,68 / 85,27 / 70,27 kcal/kg^{0.75}/dia) para as aves alojadas a 35°C. A exigência de energia líquida de ganho foi estimada em 1,59 kcal/g.

Palavras-chave: Equações de Predições. Fontes de Energia. Nutrição

Protein and energy requirements for maintenance and gain of European quails fed with different energy sources and housed in two temperatures

Abstract: The objective of this work was to evaluate whether replacing the energy of corn starch with the energy of isolated soy protein and soy oil and the ambient temperature affect the maintenance and gain requirements in protein and energy of European quails. In the test to estimate the protein and energy requirements for maintenance, using the comparative slaughter methodology, 432 birds, from 10 to 30 days old, were used, distributed in a completely randomized design, with an initial weight of $56,75 \pm 1,81$ g. The birds were housed in galvanized wire cages (33 cm x 33 cm x 10 cm) installed in two rooms with controlled temperatures (26 °C and 35 °C) and fed three diets at levels of supply levels *ad libitum*, 70 and 40% of *ad libitum* consumption. The diets were formulated with the replacement of the energy of corn starch (AMI), corresponding to 15% of the ME of the diet, by the energy of isolated soy protein (PIS) and soy oil (OS). In this trial, there were eighteen treatments, three diets, two temperatures and three levels of feed supply with four replications of six birds. In the test to determine the protein and energy requirements for gain, 160 European quails were used, which were slaughtered every 5 days of the experiment, that is, at 10, 15, 20, 25 and 30 days of age. These birds were housed in 4 groups of 40 birds in a room with thermoneutral temperature (26 °C). The temperature and energy sources of the feed affected the protein and energy requirements for maintenance and gain of European quails aged 10 to 30 days old. The protein requirements for maintenance were, respectively, for AMI, PIS and OS, (7,73 / 8,52 / 6,00 g/kg^{0.75}/day) for birds housed at 26 °C and (7,31 / 7,91 / 6,55 g/kg^{0.75}/day) for birds housed at 35 °C. While the requirement for liquid protein for gain was 0,19g/g. The energy requirements for maintenance were, respectively for AMI, PIS and OS, (96,48 / 102,69 / 93,24 kcal/kg^{0.75}/day) for birds housed at 26 °C, and (85,68 / 85,27 / 70,27 kcal/kg^{0.75}/day) for birds housed at 35 °C. The net gain energy requirement was estimated at 1,59 kcal/g.

Keywords: Prediction Equations. Energy Sources. Nutrition,

INTRODUÇÃO

A produção mundial de alimentos deverá aumentar, principalmente nos países emergentes, para atender as demandas do aumento da população e da expansão econômica da classe média. Porém, a intensificação do efeito estufa com aumento da temperatura média do planeta (SALVIANO; GROppo; PELEGRINO, 2016), pode comprometer o esforço de aumentar a produção de alimentos, especialmente de proteína animal, nos países tropicais onde predominam temperaturas mais elevadas.

Os estudos têm mostrado que as altas temperaturas ambientais influenciam o desempenho de frangos (OBA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2009), matrizes pesadas (RABELO *et al.*, 2004), codornas japonesas (SILVA *et al.*, 2012; JORDÃO FILHO *et al.*, 2011) e codornas europeias (SOUSA *et al.*, 2014; JORDÃO FILHO *et al.*, 2011). Balnave, Farrell e Cumming (1978) constataram que a temperatura elevada afeta as exigências de energia para manutenção em poedeiras e galos, pois, à medida que temperatura aumenta, as exigências de manutenção diminuem.

O desenvolvimento de estratégias nutricionais é importante para amenizar os efeitos negativos da temperatura sobre o desempenho dos animais, além de ajudar na compreensão da influência da temperatura sobre o metabolismo energético e o aproveitamento dos nutrientes da ração. Dentro desse contexto, uma estratégia pode ser a utilização de ingredientes que proporcionem menor incremento calórico, maior bem estar e produtividade das aves.

Para Milgen e Noblet (2003), a energia de manutenção é, na sua essência, uma exigência de ATP e a eficiência da síntese de ATP difere entre os nutrientes, dessa forma, eles acreditam que a energia metabolizável para manutenção é dependente da dieta. O estudo de Milgen, Noblet e Dubois (2000) com suínos em crescimento demonstrou que diferentes nutrientes, como amido, lipídios e proteínas, são utilizados com diferentes eficiências energéticas.

Para Syafwan, Kwakkel e Verstegen (2011), quando amido e lipídeos são utilizados para manutenção, cerca da mesma quantidade de energia metabolizável é usada como ATP e consequentemente o calor produzido é o mesmo por valor calórico do nutriente para manutenção. Em relação às proteínas, na produção de ATP há uma maior produção de calor por valor calórico. Caso os lipídeos sejam utilizados para atividade, cerca de 66% do valor calórico pode ser convertido a ATP e os 34% restantes são perdidos por calor residual. Na produção de gordura, os lipídeos depositam cerca de 90% do valor calórico desse nutriente, enquanto apenas 10% é desperdiçado, o que mostra a alta eficiência dos lipídeos na deposição.

A estimativa das exigências de proteína para manutenção e ganho são tão importantes como as de energia, pois compõem diversos órgãos e estruturas moles no organismo, dessa forma é necessário seu adequado e contínuo suprimento no decorrer da vida do animal.

Assim, o objetivo com esse estudo foi estudar a influência da substituição do amido, pela proteína e lipídeos nas estimativas de exigências de proteína e de energia para manutenção e ganho de codornas europeias alojadas em duas temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Avicultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Campus III da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Bananeiras, Brasil. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, da UFPB, sob o protocolo de número 4122150318.

Foram utilizadas 632 codornas europeias (machos e fêmeas) de 10 a 30 dias de idade, sendo 432 para estimar as exigências de energia e proteína para manutenção, 160 para estimar as exigências de ganho e 40 para o abate referência. No ensaio para determinar a energia metabolizável da dieta, foram utilizadas 192 codornas europeias de 35 a 39 dias de idade.

Exigência de proteína e energia para manutenção (PB_m e EM_m)

Para estimar as exigências de manutenção, as codornas foram distribuídas em 18 tratamentos num delineamento inteiramente casualizado, que consistiam de três fontes energéticas, amido de milho (AMI), proteína isolada de soja (PIS) e óleo de soja (OS); três níveis de alimentação, 100, 70 e 40% da alimentação *ad libitum* e duas temperaturas, 26° e 35°C, com quatro repetições e seis aves por unidade experimental.

As dietas continham milho e farelo de soja, e 15% da energia do AMI foi substituída pela energia da PIS e do OLS (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais para codornas de corte (10 a 30 dias de idade)

Ingredientes	Composição das dietas		
	AMI	PIS	OLS
Milho, 8,8% PB	40,950	56,050	38,570
Farelo de Soja, 45% PB	25,290	15,560	46,650
Farinha de Carne e Ossos	6,871	12,270	5,986
Amido de Milho (AMI)	12,460	-	-
Óleo de soja (OS)	-	-	5,000
Proteína Isolada de Soja (PIS)	11,110	12,040	0,772
Calcário	1,118	1,130	1,089
Fosfato Bicálcico	0,984	1,038	0,877
Sal Comum	0,282	0,238	0,286
DL-Metionina	0,387	0,431	0,400
L-Lisina	0,092	0,318	0,051
L-Treonina	0,016	0,108	0,010
L-Arginina	-	0,212	-
L-Valina	0,044	0,157	0,036
L-Triptofano	0,142	0,195	0,011
Cloreto de Colina	0,060	0,060	0,060
S. Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
S. Mineral ²	0,070	0,070	0,070
BAC-zinco ³	0,015	0,015	0,015
BHT ⁴	0,010	0,010	0,010
Total	100,000	100,000	100,000
Composições nutricionais das dietas experimentais			
Proteína bruta calculada, %	27	27	27
*Proteína bruta, %	26,670	27,760	26,810
EMAn, Mcal/kg	(2,4907 ⁵)	(2,5365* ⁵)	(2,6194* ⁵)
	(2,4957* ⁶)	(2,4967* ⁶)	(2,5425* ⁶)
Amido	37,120	37,560	30,040
Extrato etéreo	2,710	2,380	7,860
Fibra Bruta %	2,290	3,510	3,310
Cálcio analisado, %	0,900	1,320	0,810
Fósforo total analisado %	0,600	0,620	0,610
Arginina dig aves, %	1,660	1,660	1,660
Met. dig aves, %	0,713	0,737	0,716
Met + cist dig aves, %	1,050	1,050	1,050
Lisina dig aves, %	1,350	1,350	1,350
Treonina dig aves, %	0,870	0,870	0,870
Tript. dig aves (%)	0,300	0,300	0,300
Valina dig aves (%)	1,110	1,110	1,110
Potássio, %	0,730	0,642	1,015
Sódio (%)	0,160	0,170	0,160
Cloro (%)	0,249	0,254	0,248
BE (mEq/kg)	186,090	166,360	259,230

¹Composição básica do produto (*basic composition of product*): Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Vitamina A 10.000.000 U.I, Vitamina D3 2.500.000 U.I, Vitamina E 6.000 U.I, Vitamina K 1.600mg, Vitamina B12 11.000, Niacina 25.000 mg, Ácido fólico 400 mg, Ácido pantotênico 10.000 mg, Selênio 300 mg, Antioxidante 20 g, Veículo (*vehicle*) qsp – 1000 g.

² Composição básica do produto (*basic composition of product*): Monóxido de manganês, óxido de zinco, sulfato de ferro, sulfato de cobre, iodeto de cálcio, veículo q.s.p – 1000 g. Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Mg150.000 mg, Zn 100.000 mg, Fe 100.000 mg, Cu 16.000 mg, I 1.500 mg. ³ Bacitracina de zinco. ⁴ hidroxitolueno butilado. (*) valor analisado. (*⁵) valor analisado sala 26°C. (*⁶) valor analisado sala 35°C

As aves foram alojadas em baterias metálicas com 33 cm de comprimento por 33 cm de largura e 10 cm de altura, equipadas com comedouros tipo calha e bebedouro tipo nipple. Os ajustes nas quantidades de ração ofertada para os grupos de codornas submetidos à restrição

alimentar foram realizados diariamente, em função do consumo do dia anterior do tratamento *ad libitum*.

As exigências de proteína (PB_m) e energia para manutenção (EM_m) foram determinadas pelo método do abate comparativo. Sucintamente um grupo de 40 codornas foram abatidas no início do período experimental, com 10 dias de idade e, as aves das parcelas foram abatidas com 30 dias de idade, assumindo que a composição corporal do grupo inicial representava a média de composição corporal da população de codornas (WOLYNETZ; SIBBALD, 1987). As aves do abate referência foram selecionadas com base no desvio padrão de 5% do peso vivo médio, $56,75 \pm 1,81$ g.

As exigências de manutenção foram determinadas, respectivamente, pelas relações lineares de proteína e energia retida no corpo vazio e as ingestões de ambas, através do seguinte modelo: $PB / EM \text{ (retidas)} = a + b * \text{proteína / energia (ingeridas)}$. Os coeficientes (a / b) foram interpretados como as exigências PB_m e EM_m e convertidas para peso metabólico, em que o peso vivo médio (kg) das aves alimentadas à vontade foi elevado à potência $0,75 \text{ (kg}^{0,75}\text{)}$, enquanto os coeficientes de regressão (b) indicaram as eficiências de utilização de proteína (k_{ng}) e energia (k_g) para ganho. De acordo com Farrel (1974), a energia líquida para manutenção (EL_m) é estimada pela regressão exponencial da produção de calor em função da energia metabolizável ingerida quando extrapolado para consumo de energia igual a zero, de acordo com a metodologia recomendada por Lofgreen e Garrett (1968) e convertidas em peso metabólico. A produção de calor foi estimada pela diferença entre consumo de energia metabolizável e retenção de energia.

Exigência de proteína e energia para ganho (PBg e EMg)

Para estimar as exigências de ganho, 160 aves foram distribuídas em quatro grupos, com quatro repetições, de 10 aves, e a cada 5 dias (15, 20, 25 e 30 dias de idade) foram abatidas 40 aves e os dados comparadas com os do abate anterior. As codornas foram alojadas em uma sala com temperatura ambiente (26°C) e alimentadas com uma ração controle (Tabela 2), *ad libitum*, formulada segundo recomendações de Silva e Costa (2009).

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes da dieta experimental para codornas de corte (10 a 30 dias de idade)

Ingredientes	Composição da dieta
Milho, 8,8% PB	52,560
Farelo de Soja, 45% PB	38,530
Farinha de Carne e Ossos	3,290
Amido de Milho (AMI)	-
Óleo de soja (OS)	2,622
Proteína Isolada de Soja (PIS)	-
Calcário	1,092
Fosfato Bicálcico	0,939
Sal Comum	0,342
DL-Metionina	0,308
L-Lisina	0,064
L-Treonina	-
L-Arginina	-
L-Valina	-
L-Triptofano	-
Cloreto de Colina	0,060
S. Vitamínico ¹	0,100
S. Mineral ²	0,070
BAC-zinco ³	0,015
BHT ⁴	0,010
Total	100,000
Composições nutricionais das dietas experimentais	
Proteína bruta calculada, %	23
*Proteína bruta, %	22,750
EMAn, Mcal/kg	(2,5809 ⁵) (2,5817* ⁶)
Amido	37,790
Extrato etéreo	5,510
Fibra Bruta %	1,830
Cálcio analisado, %	0,550
Fósforo total analisado %	0,450
Arginina dig aves, %	1,400
Met. dig aves, %	0,593
Met + cist dig aves, %	0,890
Lisina dig aves, %	1,140
Treonina dig aves, %	0,747
Tript. dig aves (%)	0,881
Valina dig aves (%)	0,170
Potássio, %	0,271
Sódio (%)	0,250
Cloro (%)	0,932
BE (mEq/kg)	222,700

¹Composição básica do produto (*basic composition of product*): Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Vitamina A 10.000.000 U.I, Vitamina D3 2.500.000 U.I, Vitamina E 6.000 U.I, Vitamina K 1.600mg, Vitamina B12 11.000, Niacina 25.000 mg, Ácido fólico 400 mg, Ácido pantotênico 10.000 mg, Selênio 300 mg, Antioxidante 20 g, Veículo (*vehicle*) qsp – 1000 g.

² Composição básica do produto (*basic composition of product*): Monóxido de manganês, óxido de zinco, sulfato de ferro, sulfato de cobre, iodeto de cálcio, veículo q.s.p – 1000 g. Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Mg150.000 mg, Zn 100.000 mg, Fe 100.000 mg, Cu 16.000 mg, I 1.500 mg. ³ Bacitracina de zinco. ⁴ hidroxitolueno butilado. (*) valor analisado. (*⁵) valor analisado sala 26°C (*⁶) valor analisado sala 35°C

As exigências de proteína e energia líquida para ganho de peso foram estimadas pelas regressões da proteína e energia retidas de acordo com o peso do corpo vazio das codornas em cinco períodos de abate (10, 15, 20, 25 e 30 dias de idade). O parâmetro "b" da equação foi

interpretado como a exigência de proteína líquida para ganho (PL_g) e de energia líquida para ganho (EL_g), enquanto as exigências dietéticas para ganho de ambas foram calculadas pela relação entre a exigência PL_g e EL_g e a k_{ng} e k_g .

Abate e análises laboratoriais

Após jejum de 8 horas de alimentos sólidos, as codornas foram pesadas para determinar o peso de corpo vazio e abatidas por deslocamento cervical, evitando-se as perdas de sangue e de penas para permitir as determinações da energia e de proteína retidas na carcaça. Após o abate, as aves foram identificadas e armazenadas em freezer. Posteriormente, foram trituradas em moinho de carne e pré-secas em estufa sob ventilação forçada a 55 °C durante 60 a 72 horas. Em seguida, foram novamente moídas em moinho de “bola” para fazer as determinações analíticas, segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Na determinação da matéria seca (MS), foram utilizadas estufas de ventilação e circulação de ar forçado a 105°C durante 4 horas. As análises de proteína bruta (PB) das amostras foram obtidas pelo método Kjeldahl, e as de gordura bruta (GB) foram determinados via extração da gordura com hexano em aparelho Soxhlet. Os valores de matéria mineral (MM) foram determinados após a queima em mufla a 600°C durante 4 horas. A energia bruta foi determinada em bomba calorimetria do tipo Parr, modelo 6100.

Determinação da energia metabolizável da dieta

Aos 35 dias de idade para determinação de energia metabolizável aparente dos alimentos, 192 codornas europeias foram distribuídas em duas salas com temperatura controlada (26 e 35°C), em quatro tratamentos (ração controle, ração com amido, proteína isolada de soja e óleo de soja), quatro repetições com seis aves por unidade experimental.

A coleta de excretas foi realizada duas vezes ao dia com duração de quatro dias consecutivos, conforme metodologia de coleta total descrita por Sibbald e Slinger (1963). Foram utilizadas bandejas forradas com plásticos resistentes, e ao serem coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer, sendo posteriormente descongeladas, reunidas por repetição e homogeneizadas. As amostras das dietas experimentais e excretas foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal (UFPB) de acordo de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Plano nutricional para codornas europeias em crescimento

A partir das exigências diárias de manutenção e de ganho de proteína e energia, foram elaboradas equações para prever as exigências proteicas e energéticas para o crescimento de codornas europeias na fase de 10 a 30 dias de idade, seguindo os modelos de predição:

$$PB \text{ (g/ave/dia)} = PB_m * P^{0,75} + PB_g * GP$$

$$EM \text{ (kcal/ave/dia)} = EM_m * P^{0,75} + EM_g * GP$$

Onde, PB = proteína bruta; PB_m = exigência de proteína bruta de manutenção ($\text{g/kg}^{0,75}/\text{d}$); PB_g = exigência de PB para ganho (g/g)

EM = energia metabolizável; EM_m = exigência de EM para manutenção ($\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{d}$); EM_g = exigência de EM para ganho de peso (kcal/g)

$P^{0,75}$ = peso metabólico

GP = ganho de peso

RESULTADOS

Composição corporal das aves

A proteína ingerida e retida (Tabela 2) diminuiu à medida que o nível de oferta foi reduzido para 40% do consumo *ad libitum*. Observa-se que esses valores foram maiores na temperatura de 26° quando comparados com a temperatura de 35°C, com exceção da retenção de proteína quando a fonte utilizada foi OS.

A retenção de energia diminuiu à medida que o nível de oferta diária da dieta foi reduzida do consumo *ad libitum* para o nível de oferta de 40% (Tabela 3), ficando negativa em -0.15kcal/dia quando o nível de oferta da dieta contendo a fonte PIS foi reduzido para 40% em substituição ao AMI, na temperatura de 35°C. Observam-se ainda que os valores de energia ingerida e retida foram maiores na temperatura de 26°C quando comparados com a temperatura de 35°C, assim como a produção de calor.

Tabela 3. Peso de corpo vazio (PCV), o consumo de ração (CR), proteína bruta (PB_{ing}) e energia metabolizável (EM_{ing}) ingerida, proteína bruta (PB_{ret}) e energia (P_{ret}) e produção de calor (PC) de codornas europeias de 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperatura de 26°C e 35°C, em função do nível de oferta da ração (NOR)

T°	NOR (%)	PCV (g)	CR (g)	PB _{ing} (g/d)	PB _{ret} (g/d)	EM _{ing} (kcal/d)	E _{ret} (kcal/d)	PC (kcal/d)
AMIDO DE MILHO								
26°C	100	176,45 ± 1,65	18,69 ± 0,55	4,99 ± 0,15	1,66 ± 0,09	46,56 ± 1,36	7,82 ± 0,22	38,74 ± 1,24
	70	120,95 ± 4,53	13,08 ± 0,38	3,49 ± 0,10	0,60 ± 0,04	32,59 ± 0,95	3,06 ± 0,39	29,53 ± 0,71
	40	76,78 ± 1,87	7,48 ± 0,22	1,99 ± 0,06	0,14 ± 0,03	18,62 ± 0,54	0,18 ± 0,09	18,44 ± 0,54
35 °C	100	173,38 ± 0,17	15,97 ± 0,09	4,26 ± 0,02	1,13 ± 0,10	39,85 ± 0,23	7,22 ± 0,25	36,63 ± 0,35
	70	103,20 ± 0,10	11,18 ± 0,06	2,98 ± 0,02	0,47 ± 0,05	27,89 ± 0,16	2,00 ± 0,32	25,89 ± 0,44
	40	74,42 ± 0,07	6,39 ± 0,04	1,70 ± 0,01	0,15 ± 0,03	15,94 ± 0,09	0,28 ± 0,20	15,66 ± 0,21
PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA								
26°C	100	173,44 ± 5,21	18,50 ± 0,29	5,14 ± 0,08	1,18 ± 0,08	46,93 ± 0,74	8,76 ± 0,65	38,17 ± 0,80
	70	117,51 ± 2,01	12,95 ± 0,20	3,59 ± 0,06	0,52 ± 0,03	32,85 ± 0,52	2,11 ± 0,44	30,74 ± 0,45
	40	78,31 ± 2,53	7,40 ± 0,12	2,05 ± 0,03	0,18 ± 0,02	18,77 ± 0,30	0,33 ± 0,21	18,44 ± 0,49
35°C	100	167,90 ± 0,17	14,77 ± 0,55	4,10 ± 0,15	1,11 ± 0,13	36,86 ± 1,38	7,52 ± 1,29	29,34 ± 0,42
	70	106,21 ± 0,11	10,34 ± 0,39	2,86 ± 0,11	0,51 ± 0,08	25,81 ± 0,97	2,33 ± 0,43	23,48 ± 0,57
	40	66,70 ± 0,07	5,91 ± 0,22	1,64 ± 0,06	0,06 ± 0,02	14,75 ± 0,55	-0,15 ± 0,11	14,90 ± 0,62
ÓLEO DE SOJA								
26°C	100	173,63 ± 1,19	17,16 ± 0,19	4,60 ± 0,05	1,11 ± 0,05	44,94 ± 0,49	7,21 ± 0,97	37,73 ± 0,51
	70	110,08 ± 5,16	12,01 ± 0,13	3,21 ± 0,03	0,54 ± 0,06	31,46 ± 0,34	2,15 ± 0,39	29,31 ± 0,51
	40	76,72 ± 5,08	6,86 ± 0,07	1,84 ± 0,02	0,24 ± 0,07	17,98 ± 0,19	0,34 ± 0,18	17,64 ± 0,34
35°C	100	168,83 ± 0,17	16,70 ± 0,91	4,48 ± 0,24	1,15 ± 0,24	42,45 ± 2,61	7,98 ± 0,35	34,47 ± 1,70
	70	109,90 ± 0,11	11,69 ± 0,64	3,13 ± 0,17	0,58 ± 0,11	29,72 ± 1,62	3,65 ± 0,52	26,07 ± 1,67
	40	78,28 ± 0,08	6,68 ± 0,36	1,79 ± 0,10	0,21 ± 0,06	16,98 ± 0,92	1,02 ± 0,02	15,96 ± 0,94

Quanto à composição corporal das codornas com base na idade, observou-se que com exceção da GB, houve um aumento gradativo dos teores de proteína e energia na carcaça com o crescimento das codornas (Tabela 4).

Tabela 4. Peso médio e composição química, proteína e energia do corpo vazio de codornas europeias com base na idade

Idade (d)	PCV (g)	MS (%)	MM (%)	GB (%)	PB (%)	PB _c (g/g)	EB (kcal)	EB _c (kcal/g)
10	56,75±1,81	27,73±0,12	3,36±0,00	7,96±1,32	16,25±0,60	9,22 ± 0,51	1,153±0,02	65,43±1,58
15	78,60±0,90	26,86±0,73	3,38±0,17	6,50±0,37	16,72±0,64	13,14 ± 0,42	1,194±0,04	93,87±2,18
20	122,61±2,76	27,89±1,00	3,30±0,17	6,55±0,31	17,63±0,56	21,62 ± 0,86	1,286±0,09	157,67±1,77
25	163,38±5,27	30,31±1,28	3,54±0,19	4,21±0,20	18,30±0,45	29,89 ± 1,09	1,383±0,06	225,97±2,13
30	205,98±6,91	30,65±0,39	3,48±0,15	4,48±0,56	17,77±1,17	36,62 ± 2,89	1,470±0,04	302,72±2,53

PCV= peso de corpo vazio, MS= matéria seca, MM= matéria mineral, GB= gordura bruta, PB= proteína bruta, PB_c= proteína bruta corporal, EB= energia bruta e EB_c= energia bruta corporal

Exigência de proteína para manutenção e ganho (PB_m e PB_g)

As exigências de PB_m foram estimada em 7.73, 8.52 e 6.00 g/kg^{0.75}/dia na sala com 26°C, e 7.31, 7.91 e 6.55 g/kg^{0.75}/dia na sala com temperatura de 35°C para as fontes AMI, PIS e OS, respectivamente (Tabela 5). As exigências foram maiores na temperatura de 26°C, com exceção da fonte OS, que apresentou exigências mais elevadas na sala de 35°C.

Tabela 5. Equações de regressão para proteína bruta retida (PB_{ret}) em função da proteína ingerida (PB_{ing}), exigência de manutenção (PB_m) e eficiências de uso de proteína para ganho (K_{ng}) de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperatura de 26°C e 35°C

T°	Equação	r ²	Peso Metabólico (kg ^{0,75})	PB _m (g/kg ^{0.75} /d)	k _{ng} (%)
AMIDO DE MILHO					
26°C	PB _{ret} :-0,5114 + 0,3275 *PB _{ing}	0,99	0,200	7,73	33
35°C	PB _{ret} :-0,5542 + 0,3818 *PB _{ing}	0,94	0,198	7,31	38
PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA					
26°C	PB _{ret} :- 0,5364 + 0,3243 *PB _{ing}	0,96	0,198	8,52	32
35°C	PB _{ret} :-0,66 + 0,4256 *PB _{ing}	0,98	0,194	7,91	43
ÓLEO DE SOJA					
26°C	PB _{ret} :- 0,3844 + 0,3154*PB _{ing}	0,95	0,198	6,00	31
35°C	PB _{ret} :-0,46341 + 0,355*PB _{ing}	0,96	0,195	6,55	36

Na temperatura de 35°C, a fonte PIS proporcionou maior eficiência de utilização enquanto na temperatura de 26°C, as eficiências foram próximas, independente da fonte.

A exigência de PLg foi estimada em 0,19g/g, como mostra a Figura 1. As exigências dietéticas de proteína para ganho foram mais elevadas na temperatura de 26°C, 0,57, 0,59 e 0,51 g/g quando comparadas com as da temperatura de 35°C, 0,50, 0,44 e 0,52 g/g para AMI, PIS e OS, respectivamente (Figura 2).

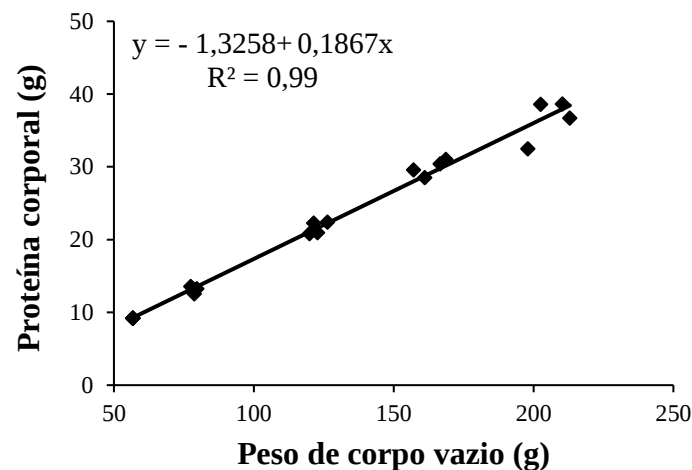


Figura 1. Equação de regressão proteína corporal (PB_c) em função do peso de corpo vazio (PCV), com estimativa da exigência líquida de ganho em 0,190 g

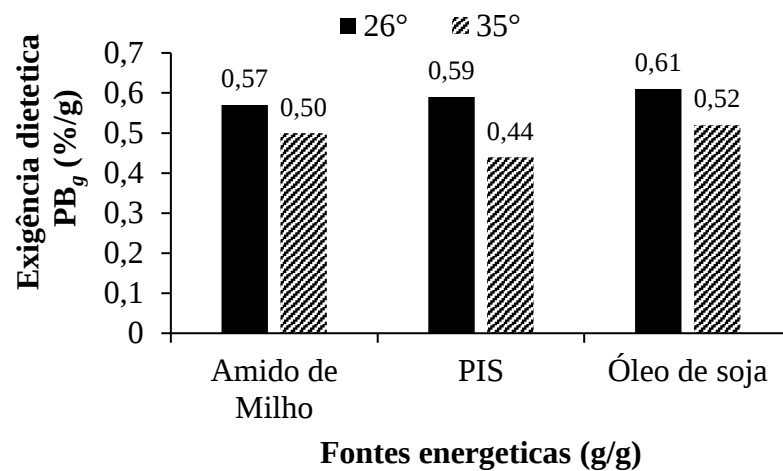


Figura 2. Estimativa da exigência de PBg de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em duas temperaturas

Exigência de energia para manutenção e ganho (EM_m e EM_g)

As exigências de EM_m , EL_m e eficiência de utilização foram influenciadas pelas fontes energéticas e pela temperatura (Tabela 6). As exigências de EM_m estimadas com codornas alojadas em temperatura de 26°C foram mais elevadas (96.48, 102.69 e 93.24 kcal/kg^{0.75}/dia) que as EM_m estimadas na temperatura de 35°C (85.68, 85.27 e 70.27 kcal/kg^{0.75}/dia) respectivamente, para as fontes AMI, PIS e OS. Observa-se que a substituição do amido pela fonte PIS, na temperatura de 26°C acarretou um aumento nas exigências de EM_m , enquanto a fonte OS proporcionou exigências menores em ambas as temperaturas.

Tabela 6. Equações de regressão para energia retida (E_{ret}) em função da energia metabolizável ingerida (EM_{ing}), exigência de manutenção (EM_m), energia líquida de manutenção (EL_m) e eficiências de uso de energia para ganho (K_g) de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperatura de 26 e 35°C

T°	Equação	r ²	Peso Metabólico (kg ^{0,75})	Exigência de Energia (kcal/kg ^{0.75} /d)		K _g (%)
				EM _m	EL _m	
AMIDO DE MILHO						
26°C	E _{ret} :-5,2094 + 0,2729 *EM _{ing}	0,98	0,200	96,48		27
	PC: 11,626*e ^{0,0266*EMing}	0,98	0,200		58,15	
35°C	E _{ret} :-4,9188 + 0,2899 *EM _{ing}	0,92	0,198	85,68		29
	PC: 10,037*e ^{0,030*EMing}	0,96	0,198		50,71	
PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA						
26°C	E _{ret} : - 6,1049 + 0,2994 *EM _{ing}	0,89	0,198	102,69		30
	PC: 11,927*e ^{0,0258*EMing}	0,95	0,198		60,25	
35°C	E _{ret} :-5,7915 + 0,3498 *EM _{ing}	0,94	0,194	85,27		35
	PC: 9,8747*e ^{0,0305*EMing}	0,96	0,194		50,88	
ÓLEO DE SOJA						
26°C	E _{ret} : - 4,8002 + 0,2555*E _{ing}	0,91	0,198	93,24		26
	PC: 11,085e ^{0,0282*EMing}	0,96	0,198		56,01	
35°C	E _{ret} :-3,699 + 0,2663*EM _{ing}	0,88	0,195	70,27		27
	PC: 9,8495*e ^{0,0303*EMing}	0,95	0,195		50,51	

As exigências de EL_m das codornas alojadas em temperatura de 26°C também foram mais altas que as estimadas nas codornas alojadas a 35°C. As codornas alojadas tanto na temperatura de 26°C com na de 35°C produziram mais calor quando receberam a dieta contendo a fonte PIS em comparação com as outras fontes. A eficiência de utilização aumentou na temperatura de 35°C e a fonte PIS proporcionou maiores eficiências entre as três fontes.

A partir da regressão linear da energia em função do peso corporal vazio (Figura 3 e 4), estimou-se a exigência líquida de ganho em 1.59 kcal/g. Como observado na figura 2, as exigências dietéticas de EM_g foram mais altas (5.89, 5.3 e 6.11 kcal/g) para codornas alojadas na temperatura de 26°C, quando comparadas com as estimadas na temperatura de 35°C, com exigências de 5.48, 5.13 e 5.89 kcal/g, respectivamente, para as fontes AMI, PIS e OS. As aves alimentadas com a fonte OS tiveram exigências de EM_g maiores que as outras fontes.

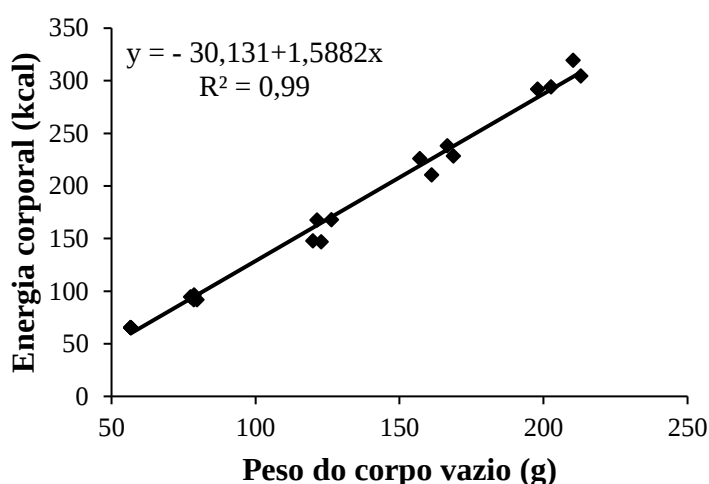


Figura 3. Estimativa da exigência de EM_g codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em duas temperaturas

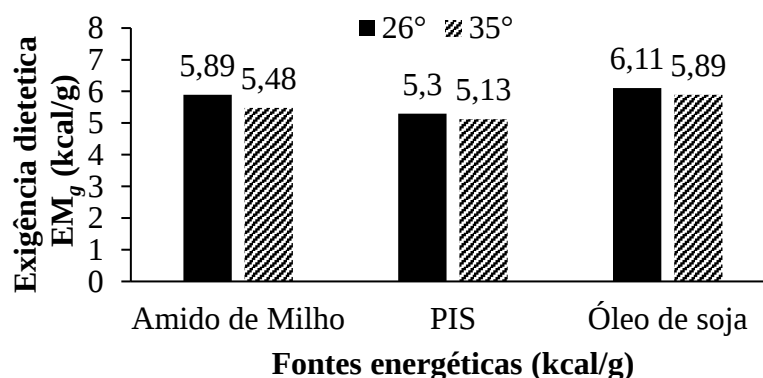


Figura 4. Equação de regressão energia bruta corporal (EBc) em função do peso de corpo vazio (PCV), com estimativa da exigência líquida de ganho em 1,59 kcal/g

Plano nutricional para codornas europeias em crescimento

Com as estimativas das exigências de energia e proteína de manutenção e ganho, considerando o peso metabólico, o ganho, o efeito da temperatura e das fontes energéticas da

ração foi possível simular os planos nutricionais para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade (Tabela 7, 8 e 9).

As equações de predição para estimar as exigências de proteína para manutenção e ganho de codornas europeias de 10 a 30 dias foram para AMI são: PB (g/ave/d) = $7.73 \cdot P^{0.75} + 0.57 \cdot GP$ (26°C), PB (g/ave/d) = $7.31 \cdot P^{0.75} + 0.50 \cdot GP$ (35°C); PIS: PB (g/ave/d) = $9.52 \cdot P^{0.75} + 0.59 \cdot GP$ (26°C), PB (g/ave/d) = $7.91 \cdot P^{0.75} + 0.44 \cdot GP$ (35°C) e para OS: PB (g/ave/d) = $6.00 \cdot P^{0.75} + 0.61 \cdot GP$ (26°C), PB (g/ave/d) = $6.55 \cdot P^{0.75} + 0.52 \cdot GP$ (35°C). As equações de predição para estimar as exigências de energia para manutenção e ganho para AMI são: EM (kcal/ave/d) = $96.48 \cdot P^{0.75} + 5.89 \cdot GP$ (26°C), EM (kcal/ave/d) = $85.68 \cdot P^{0.75} + 5.48 \cdot GP$ (35°C), PIS: EM (kcal/ave/d) = $102.69 \cdot P^{0.75} + 5.30 \cdot GP$ (26°C), EM (kcal/ave/d) = $85.27 \cdot P^{0.75} + 5.13 \cdot GP$ (35°C) e para OS: EM (kcal/ave/d) = $93.24 \cdot P^{0.75} + 6.11 \cdot GP$ (26°C), EM (kcal/ave/d) = $70.27 \cdot P^{0.75} + 5.89 \cdot GP$ (35°C).

Tabela 7. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com amido de milho como fonte energética e alojadas a 26°C e 35°C em diferentes ganhos de peso, em função da exigência de Em e PB

AMI										
PC (g)	GP (g/d)	PM (kg ^{0,75})	Exigência de EM (kcal/a/d)			Exigência de PB (g/a/d)			CR (g/d) - Kcal EM (%PB) ³	
			EM _m ¹	EM _g ²	Total	PB _m ¹	PB _g ²	Total	2.800	2.900
26°C										
60	0	0,121	11,67	0	11,67	0,93	0	0,93	4,17(22)	4,02(23)
100	2	0,178	17,17	11,78	28,95	1,38	1,14	2,52	10,34(24)	9,98 (25)
140	4	0,229	22,09	23,56	45,65	1,77	2,28	4,05	16,30(25)	15,74(26)
180	6	0,276	26,63	35,56	61,97	2,13	3,42	5,55	22,13(25)	21,37(26)
35°C										
60	0	0,121	10,37	0	10,37	0,88	0	0,88	3,70(24)	3,58(25)
100	2	0,178	15,25	10,96	26,21	1,30	1	2,30	9,36(24)	9,04(25)
140	4	0,229	19,62	21,96	41,54	1,67	2	3,67	14,84(25)	14,32(26)
180	6	0,276	23,65	32,88	56,53	2,04	3	5,04	20,19(25)	19,49(26)

PC = peso corporal; GP = ganho de peso; PM = peso metabólico; PB = proteína bruta; EM = energia metabolizável; CR = consumo de ração.

EM_m = 26°C = $96,48 \cdot P^{0.75}$ e 35°C = $85,68 \cdot P^{0.75}$; PB_m = 26°C = $7,73 \cdot P^{0.75}$ e 35°C = $7,31 \cdot P^{0.75}$;

EM_g = 26°C = $5,89 \cdot GP$ e 35°C = $5,48 \cdot GP$; PB_g = 26°C = $0,57 \cdot GP$ e 35°C = $0,50 \cdot GP$

Tabela 8. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com proteína isolada de soja como fonte energética e alojadas a 26°C e 35°C em diferentes ganhos de peso, em função da exigência de Em e PB

PIS										
PC (g)	GP (g/d)	PM (kg ^{0,75})	Exigência de EM (kcal/a/d)			Exigência de PB (g/a/d)			CR (g/d) - Kcal EM (%PB) ³	
			EM _m ¹	EM _g ²	Total	PB _m ¹	PB _g ²	Total	2.800	2.900
26°C										
60	0	0,121	12,43	0	12,43	1,03	0	1,03	4,44(23)	4,27(24)
100	2	0,178	18,28	10,60	28,88	1,52	1,18	2,7	10,31(26)	9,96(27)
140	4	0,229	23,52	21,20	44,72	1,95	2,36	4,31	15,97(27)	15,42(28)
180	6	0,276	28,34	31,80	60,14	2,35	3,54	5,89	21,48(27)	20,74(28)
35°C										
60	0	0,121	10,32	0	10,32	0,96	0	0,96	3,68(26)	3,56(27)
100	2	0,178	15,18	10,26	25,44	1,41	0,88	2,29	9,09(25)	8,77(26)
140	4	0,229	19,53	20,52	40,05	1,81	1,76	3,57	14,30(25)	13,81(26)
180	6	0,276	23,53	30,78	54,31	2,18	2,64	4,82	19,40(25)	18,73(26)

PC = peso corporal; GP = ganho de peso; PM = peso metabólico; PB = proteína bruta; EM = energia metabolizável; CR = consumo de ração.

EM_m = 26°C = 102,69* P^{0,75} e 35°C = 85,27* P^{0,75}; PB_m = 26°C = 9,52* P^{0,75} e 35°C = 7,91* P^{0,75};

EM_g = 26°C = 5,30*GP e 35°C = 5,13*GP; PB_g = 26°C = 0,59*GP e 35°C = 0,44*GP

Tabela 9. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com óleo de soja como fonte energética e alojadas a 26°C e 35°C em diferentes ganhos de peso, em função da exigência de Em e PB

OS										
PC (g)	GP (g/d)	PM (kg ^{0,75})	Exigência de EM (kcal/a/d)			Exigência de PB (g/a/d)			CR (g/d) - Kcal EM (%PB) ³	
			EM _m ¹	EM _g ²	Total	PB _m ¹	PB _g ²	Total	2.800	2.900
26°C										
60	0	0,121	11,28	0	11,28	0,73	0	0,73	4,02(18)	3,89(19)
100	2	0,178	16,6	12,22	28,82	1,07	1,22	2,29	10,29(22)	9,94(23)
140	4	0,229	21,35	24,44	45,79	1,37	2,44	3,81	16,35(23)	15,79(24)
180	6	0,276	25,73	36,66	62,39	1,66	3,66	5,32	22,28(24)	21,51(25)
35°C										
60	0	0,121	8,5	0	8,5	0,79	0	0,79	3,04(26)	2,93(27)
100	2	0,178	12,51	11,78	24,29	1,17	1,04	2,21	8,68(25)	8,38(26)
140	4	0,229	16,09	23,56	39,65	1,50	2,08	3,58	14,16(25)	13,67(26)
180	6	0,276	19,39	35,34	54,73	1,81	3,12	4,93	19,55(25)	18,87(26)

PC = peso corporal; GP = ganho de peso; PM = peso metabólico; PB = proteína bruta; EM = energia metabolizável; CR = consumo de ração.

EM_m = 26°C = 93,24* P^{0,7} / 35°C = 70,27* P^{0,75}; PB_m = 26°C = 6,00* P^{0,75} / 35°C = 6,55* P^{0,75}

EM_g = 26°C = 6,11*GP / 35°C = 5,89*GP; PB_g = 26°C = 0,61*GP / 35°C = 0,52*GP

DISCUSSÃO

Composição corporal das aves

As reduções do consumo, retenção de energia e produção de calor observadas nas codornas alojadas na temperatura mais alta é uma estratégia da ave para manter a homeotermia (BAZIZ *et al.*, 1996). O aumento da temperatura reduz a ingestão de energia e, consequentemente, a produção de calor endógeno (BLAXTER, 1989; LAGANÁ, 2008). O consumo de ração é afetado com o aumento da temperatura ambiente devido as aves entrarem em processo de hipertermia, o que causa redução no apetite e consequentemente na ingestão de alimentos. A temperatura de 35°C, independente da fonte, diminuiu a produção de calor e a exigências de energia das codornas, corroborando com a afirmação de Laganá (2008) que a medida que a temperatura ambiente se aproxima da temperatura corporal da ave o consumo de energia e a dissipação de calor ficam menores.

A produção de calor em 26°C foi mais baixa quando a fonte de energia utilizada foi OS. Segundo Musharaf e Latshaw (1999), a gordura produz menos calor quando comparada com as proteínas e os carboidratos devido ao menor incremento calórico nos processos de deposição. Na temperatura de 35°, a dieta com PIS influenciou na menor produção de calor, isso pode ser o resultado do ajuste no consumo de ração dos animais visando controlar a produção de calor comparado com as outras fontes de energia da ração.

Para Gomes *et al.* (2012), a temperatura ambiente afeta a retenção de energia, proteína e gordura no corpo das aves, o que causa inúmeras mudanças fisiológicas como tentativa de adaptação ao meio. Partindo desse princípio, foi possível observar que além da energia, a retenção de proteína foi menor quando as aves foram alojadas na temperatura de 35°C e alimentadas com fonte AMI e PIS. Esses resultados são semelhantes àqueles encontrados por Sakomura *et al.* (2003), Longo *et al.* (2006) e Jordão Filho *et al.* (2011), que observaram menor retenção de energia em matrizes pesadas, frango de corte e codornas europeias, respectivamente, quando a temperatura ambiente aumentou.

O aumento do peso corporal elevou os teores de MS, EB e PB, e diminuíram os conteúdos de gordura, provavelmente em virtude da maior deposição de proteína e energia na carcaça durante o crescimento. Segundo Ferreira (2014), estes resultados podem estar associados à alta síntese proteica, características de aves de corte. Para Silva *et al.* (2012), as codornas europeias têm crescimento rápido quando comparadas às japonesas,

independentemente da idade, e as duas linhagens apresentam o pico máximo de crescimento aos 27 dias, com maior deposição de proteína neste período.

Em outras espécies, como frango de corte, essa relação inversamente negativa, ou seja maior deposição proteica e menor de gordura está bem estabelecida (JACKSON; SUMMERS; LEESON, 1982; SILVA; ALBINO; NASCIMENTO, 2003), e com o resultado deste trabalho, assim como o de Ferreira (2014), confirmam que essa relação também pode ser aplicada as codornas de corte.

Exigência de proteína para manutenção e ganho (PB_m e PB_g)

As exigências de PB_m foram semelhantes a encontrada por Ferreira (2014), que verificou valor de $7.88 \text{ g/kg}^{0.75}/\text{dia}$ para codornas europeias de 15 a 35 dias de idade. As exigências de PB_m , neste estudo, mostram que codornas criadas em ambientes com 35°C têm menor exigência de PB_m que as aves alojadas em temperatura de 26°C , exceto as exigências de PB_m das codornas recebendo OS, que aumentou com o calor, de 6.00 para $6.55 \text{ g/kg}^{0.75}/\text{dia}$.

Rabello *et al.* (2004), no estudo com matrizes pesadas e Jordão Filho (2008) com codornas europeias, verificaram aumento nas exigências de PB_m quando as aves passaram de um ambiente frio para o calor. Porém, segundo Oliveira *et al.* (2006) as exigências nutricionais das aves alteram com a temperatura do ambiente em consequência também da modificação do tamanho dos órgãos e, que quanto maior o tamanho maior é a exigência do animal. Esses autores observaram um efeito quadrático no peso da carcaça e no tamanho dos órgãos de frangos de corte alojados em diferentes temperaturas (16, 20, 25 e 32°C), apontando que aves alojadas em temperatura ambiente (25°C), apresentam maiores pesos de carcaça e de órgãos, o que sugere que as exigências são maiores do que nas aves alojadas em temperatura mais alta ou baixa, assim como observado neste trabalho.

As exigências de PB_m nas duas temperaturas foram maiores quando as aves foram alimentadas com a fonte PIS em comparação a AMI e OS. Esses valores podem ser resultado da baixa relação energia: proteína da dieta, o que levou as aves utilizarem grande parte da proteína da dieta como energia, e por isso a exigência é maior. Segundo Batal e Parsons (2003) e Longo *et al.* (2005) a proteína isolada de soja tem alta digestibilidade, o que favorece maior aproveitamento desse nutriente pelos animais.

As K_{ng} das dietas na sala de 26°C com as fontes AMI, PIS e OS foram 33, 32 e 31% respectivamente, valores próximos encontrado por Ferreira (2014) de 37% para codornas de corte, de 15 a 36 dias criadas no piso. Na sala de 35°C , com as fontes AMI, PIS e OS, foram

38, 43 e 36% respectivamente, valores próximos de 38%, observado por Jordão Filho (2008) para codornas de corte de 16 a 36 dias de idade, criadas em gaiolas na temperatura de 28°C.

No entanto a eficiência de utilização de proteína em outras espécies tem sido maiores, como observado no estudo de Albino *et al.* (1994) e Longo *et al.* (2001) que encontram o valor de 55,61% para frangas leves de 42 a 63 dias e de 72% para frangos de corte, respectivamente. A menor eficiência de utilização de codornas quando comparadas com outras aves, pode ser justificado pelo fato de que elas, segundo Silva *et al.* (2012), são mais exigentes em proteína bruta do que frangos de corte e poedeiras, pois são menos eficientes em utilizar o nitrogênio da dieta e com isso necessitam de mais proteína para manutenção e crescimento.

Jordão Filho (2008) explica que a eficiência de utilização da proteína, além das condições ambientais, atividade e genótipo, sofre influência da idade e do tipo de tecido em formação, sendo que aves mais novas seriam mais eficientes do que as adultas devido o predomínio de crescimento muscular, enquanto as mais velhas tem prioridade na deposição de tecido adiposo. As maiores eficiências observadas na temperatura mais alta sugere que as aves utilizaram maior parte da proteína da dieta para o ganho, enquanto na temperatura de 26°C, a preferência foi utilizar a proteína para manutenção.

A regressão linear da proteína corporal em função do peso do corpo vazio indicou exigência líquida de proteína para ganho de 0.190 g/g. Este valor é semelhante a 0.194 g/g de codornas japonesas de 15 a 32 dias observada por Silva *et al.* (2004) e 0.211 g/g de Jordão Filho *et al.* (2012) para codornas europeias.

As estimativas de exigências de PBg foram similares a 0.55 g encontrado por Jordão Filho *et al.* (2012) para codornas europeias criadas em gaiolas com 16 a 36 dias, e 0.56 g para codornas europeias com 15 a 21 dias de idade, encontrado por Ferreira (2014). Considerando as eficiências de utilização da proteína consumida para o ganho líquido de proteína no corpo vazio, determinaram-se maiores exigências de PBg para a fonte OS nas duas temperaturas, devido as eficiências serem menores quando comparadas com as outras fontes. A fonte PIS na temperatura de 35°C apresentou a menor exigência de PBg, enquanto na sala de 26°C o amido se mostrou mais eficiente das três fontes.

Exigência de energia para manutenção e ganho (EM_m e EM_g)

Houve redução na exigência de EM_m e EL_m com o aumento da temperatura. Para Jordão Filho (2008), isso acontece devido ao menor consumo de ração e conseqüentemente à menor oxidação dos nutrientes para a produção de calor e manutenção da temperatura corporal.

Ademais, segundo O'Neill e Jackson (1974), o aumento da temperatura ambiente diminui as exigências de energia para manutenção devido as aves apresentarem uma melhor eficiência na conversão de energia metabolizável em energia líquida. Fato este também refletido nas eficiências de utilização para ganho, onde elas foram maiores na temperatura de 35°C.

Na temperatura de 26°C as exigências foram maiores com PIS. Esse resultado confirma a hipótese de que as proteínas não são utilizadas com eficiência como fonte de energia e ainda acarreta maior incremento calórico e perdas energéticas pela excreção de compostos nitrogenados (EMMANS, 1994; BOCKOR, 2013). Milgen e Noblet (2003) comentam que além dos gastos em ATP's na síntese e catabolismo de proteínas, existe maior perda de energia na eliminação do excesso de nitrogênio como ácido úrico. Para Heinz (1965) e Mitchell *et al.* (1978), o efeito calorigênico dos aminoácidos é devido à grande demanda de energia pelo fígado para os processos de desaminação e formação de ácido úrico, além de energia extra para posterior metabolismo dos esqueletos de carbono decorrentes à essa desaminação, caso não sejam oxidados a dióxido de carbono e água. Esses autores ainda comentam que se os esqueletos carbônicos forem convertidos em glicose, glicogênio ou gordura, mais energia seria exigida.

A exigência de ELM foi maior quando a fonte utilizada foi PIS. Segundo relatos de Musharaf e Latshaw (1999), a proteína causa um aumento na produção de calor quando comparada com carboidratos e gorduras, e neste caso, é necessária mais energia da proteína para produzir uma quantidade de energia útil para o animal, que enfatiza o efeito calorigênico da proteína.

Já com a substituição do amido pela fonte OS, as exigências e a produção de calor foram menores nas duas temperaturas, este efeito pode estar associado há maior densidade energética do óleo, fazendo com que uma menor quantidade atendesse a exigência de manutenção das codornas quando comparados com as outras. As fontes lipídicas fornecem cerca de 2,25 vezes mais energia e com menor incremento calórico que os carboidratos e as proteínas. Segundo Junqueira *et al.* (2005), elas são fornecedoras de energia prontamente disponível e com efeito extracalórico que reflete no seu conteúdo de energia metabolizável e, consequentemente no desempenho dos animais.

Em trabalhos realizados para estimar as exigências de EM_m , como de poedeiras (SAKOMURA *et al.*, 2005), frangas (ALBINO *et al.*, 1994) e matrizes em crescimento (SAKOMURA *et al.*, 2003) foi observado valores maiores de exigência quando comparado com os resultados desse estudo, isto deve estar relacionado à relação superfície e massa corporal de frangos, galinhas e matrizes, implicando que as exigências energéticas de codornas europeias são diferentes de outras espécies.

As K_g foram semelhantes as encontradas por Jordão filho *et al.* (2011), 27, 26 e 28% nas temperaturas de 18, 24 e 28% respectivamente. Porém, foram inferiores àquelas encontradas para outras espécies de aves, como 55% para frangas (ALBINO *et al.*, 1994), 59% para frangos de corte (LONGO *et al.*, 2006) e 69, 69 e 63% para matrizes pesadas em crescimento, mantidas respectivamente nas temperaturas de 15, 22 e 30°C (SAKOMURA *et al.*, 2003). Para Silva *et al.* (2004), a baixa eficiência de utilização de energia estimada em codornas japonesas, comparada às estimativas em outras aves, reforça as diferenças entre as espécies em reter com mais ou menos eficiência, tanto energia como proteína, e isso deve ser utilizado como critério no desenvolvimento de planos nutricionais para codornas europeias.

A exigência EL_g de 1.59 kcal/g está abaixo dos valores encontrados por Jordão Filho *et al.* (2011) de 2.14 e 2.07 kcal/g para codornas europeias e japonesas de 16 a 36 dias de idade, respectivamente e Silva *et al.* (2004) estimou EL_g de 2.05 kcal/g para codornas japonesas de 15 a 32 dias de idade.

As exigências de EM_g foram menores que os valores apresentados por Jordão Filho *et al.* (2011) de 7.64 e 8.28 kcal/g para codornas europeias e japonesas criadas em gaiolas, respectivamente e 9.32 kcal/g para codornas japonesas estimada por Silva *et al.* (2004).

Os estudos com aves têm mostrado uma ampla faixa de variação para exigências de EM_g , com valores de 1.91 (BALNAVE; FARRELL; CUMMING, 1978) até 9.32 kcal/g (SILVA *et al.*, 2004). Segundo Sakomura *et al.* (2005), as exigências de EM_g estão relacionadas com as diferenças na composição corporal, por isso as comparações entre linhagens devem ser cautelosas, visto que possuem tamanho e composição corporal diferentes (SCOTT; NESHEIM; YOUNG, 1982). Além do mais, essas diferenças nas exigências podem ser reflexo de que, segundo Zancanela (2012), as codornas no Brasil não têm uma padronização, o que resulta em diferentes taxas de crescimento e composição corporal.

Sakomura *et al.* (2005) comentam ainda que é necessário levar em consideração a eficiência com que a energia da dieta é aproveitada e depositada no tecido. A eficiência de utilização da energia para ganho, em média de 29% é diferente das encontradas por Silva *et al.* (2004) e Jordão Filho *et al.* (2011). Segundo Groote (1974) a eficiência de utilização de energia para ganho de animais em crescimento é em torno de 37 a 85%.

Considerando as fontes energéticas da ração, as aves alimentadas com OS tiveram as maiores exigências de EM_g , seguida da AMI e PIS. Isso mostra que o óleo de soja não é utilizado eficientemente para ganho de peso de codornas em crescimento. Os resultados deste estudo confirmam a hipótese de que a fonte proteína, pelo seu efeito termogênico e seu custo,

não deve ser utilizado como fonte de energia para codornas em crescimento e que as exigências de energia e proteína de manutenção e ganho diminuem à medida que a temperatura aumenta.

Plano nutricional para codornas europeias em crescimento

No plano nutricional é possível perceber que, com o aumento do ganho de peso, maior quantidade de ração e proteína deve ser fornecida às codornas, independente da temperatura e fonte, e que as rações com maior densidade devem conter mais proteína devido ao menor consumo.

A simulação do plano nutricional permitiu sugerir que codornas europeias para o máximo de ganho de peso exigem, em temperaturas elevadas, uma dieta contendo 2.900 kcal/kg de EM e 26% PB, independente da fonte (AMI, PIS e OS).

CONCLUSÕES

A substituição da energia do amido de milho em 15% da energia da dieta pelo óleo de soja proporciona menores exigências de manutenção de proteína e energia para codornas europeias nas duas temperaturas, além de reduzir a produção de calor corporal. Porém as exigências de proteína e energia para ganho são superiores para esta fonte quando comparada com a fonte amido e proteína isolada de soja.

A utilização do amido de milho e da proteína isolada de soja como fonte energética melhora a eficiência de ganho em codornas europeias.

As exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de codornas europeias, independente das fontes, são menores quando alojadas em ambiente com 35°C.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, L. F. T. *et al.* Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura em recria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1625-1629, 1994.
- BALNAVE, D.; FARRELL, D. J.; CUMMING, R. B. The minimum metabolizable energy requirement of laying hens. **World's Poultry Science**, v. 34, p. 149-154, 1978.
- BATAL, A. B.; PARSONS, C. M. Utilization of different soy products as affected by age in chicks. **Poultry Science**, v. 82, n. 3, p. 454-462, 2003
- BAZIZ, H. A. *et al.* 1996. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v. 75, n. 4, p. 505-513, 1996.
- BLAXTER, K. **Energy metabolism in animals and man**. Cambridge University Press, 1989.
- BOCKOR, L. **Metabolismo energético de frangos de corte: efeito da fibra e proteína da dieta e da frequência alimentar**. Tese (Doutor em Zootecnia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- DAHLKE, F. *et al.* Efeito da temperatura ambiente sobre hormônios tireoidianos, temperatura corporal e empenamento de frangos de corte, fêmeas, de diferentes genótipos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 3, p. 391-397, 2005.
- EMMANS, G. C. Effective energy: a concept of energy utilization applied across species. **British Journal of Nutrition**, v. 71, p. 801-821, 1994.
- FARREL, D. J. General principles and assumptions of calorimetry. *In*: MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M. (Eds.). **Energy requirements of poultry**. Edinburgh: British Poultry Science, 1974.
- FERREIRA, M. F. Z. **Modelos para prever exigências proteicas para codornas de corte**. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.
- GOMES, A. R. A. *et al.* Estresse por calor na produção de frangos de corte. **PUBVET**, v. 6, n. 34, 2012.
- GROOTE, G. Utilization of metabolizable energy. *In*: MORRIS, T. R.; FREEMAN, B. M. **Energy requirements of poultry**, Edinburgh: British Poultry Science, 1974.
- HEINZ, H. J. **The Heinz Handbook of Nutrition**. 2 ed. Blakiston Division, 1965.
- JACKSON, S.; SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. **Poultry Science**, v. 61, n. 1, p. 2224-2231, 1982.
- JORDÃO FILHO, J. *et al.* Requirement for maintenance and gain of crude protein for two genotypes of growing quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 9, p. 2048-2054, 2012.

JORDÃO FILHO, J. et al. Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2415-2422, 2011.

JORDÃO FILHO, J. **Estimativas das exigências de proteína e de energia para manutenção, ganho e produção de ovos em codornas**. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

JUNQUEIRA, O. M. *et al.* Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.

LAGANÁ, C. Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n. 2, jul-dez, 2008.

LOFGREEN, G. P.; GARRETT, W. N. A. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal Animal Science**, v. 27, p. 793-806, 1968.

LONGO, F. A. *et al.* Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.119-125, 2006.

LONGO, F. A. *et al.* Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.

LONGO, F. A. *et al.* Equações de predição das exigências protéicas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.5, p.1521-1530, 2001.

MILGEN, J. V.; NOBLET, J.; DUBOIS, S. Energetic Efficiency of Starch, Protein and Lipid Utilization in Growing Pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 131, p. 1309–1318, 2000.

MILGEN, J. V.; NOBLET, J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. **Journal Animal Science**, v. 81, p. 86-93, 2003.

MITCHELL, H. S. *et al.* **Nutrición y Dieta**. 16 ed. México: Nueva Editorial Interamericana, 1978.

MUSHARAF, N. A.; LATSHAW, J. D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **Worlds Poultry Science Journal**, v. 55, p. 233-240, 1999.

OBA, A. *et al.* Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1186-1192. 2012.

OLIVEIRA, G. A. *et al.* Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1398-1405, 2006.

O'NEILL, S. J. B.; JACKSON, N. Observations on the effect of environmental temperature and environmental at moult on the heat production and energy requirements of hens and cockrels of a white leghorn strain. **Journal of Agricultural Science**, v.82, p.553-558, 1974.

RABELLO, C. B. V. *et al.* 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, n. 2, p. 382-390, 2004.

SAKOMURA, N. K. *et al.* Modeling metabolizable energy utilization in broiler breeder pullets. *Poultry Science*, v. 82, n. 3, p. 419-427, 2003.

SAKOMURA, N. K. *et al.* Modelos para estimar as exigências de energia metabolizável para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 574-583, 2005.

SALVIANO, M. F.; GROPPA J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64-73, 2016.

SCOTT, M.L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3 ed. Ithaca: M.L. Scott, 1982.

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

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

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 344-352, 2003.

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1220-1230, 2004.

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

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

SILVA, V. K. *et al.* Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 690-696. 2009

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1220-1230, 2004.

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

SYAFWAN, S.; KWAKKEL, R. P.; VERSTEGEN, M. W. A. Heat stress and feeding strategies in meattype chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 67, p. 653 – 674, 2011.

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

ZANCANELA, V. **Modelos para prever exigências energéticas para codornas de corte**. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

CAPÍTULO 3

Exigências de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes energéticas e alojadas em duas temperaturas

**Exigências de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas europeias
alimentadas com diferentes fontes energéticas e alojadas em duas temperaturas**

Resumo: O objetivo com esse estudo é avaliar se a substituição da energia do amido de milho pela proteína isolada de soja e óleo de soja e a temperatura ambiente afetam as exigências de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas europeias. No experimento para estimar as exigências de cálcio e fósforo para manutenção, através da metodologia de abate comparativo, 432 codornas europeias, de 10 a 30 dias de idade, foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com peso inicial de $56.75 \pm 1,81$ g, em dezoito tratamentos, que consistiam de três dietas, duas temperaturas e três níveis de oferta de ração. As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (33cm x 33cm x 10 cm) em duas salas com temperaturas controladas (26°C e 35°C), alimentadas com três dietas formuladas com a substituição do amido de milho, correspondente a 15% da EM da dieta, pela energia da proteína isolada de soja (PIS) e óleo de soja (OS) e três níveis de oferta das rações (*ad libitum*, 70, 40% do consumo *ad libitum*), com quatro repetições de 6 aves. As exigências de cálcio e fósforo para ganho foram determinadas com 160 codornas europeias, que foram abatidas a cada 5 dias, isto é, com 10, 15, 20, 25 e 30 dias de idade. As aves foram alojadas em 4 grupos de 40 aves em sala com temperatura termoneutra (26°C). As fontes energéticas da ração e as temperaturas estudadas afetaram as exigências de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade. As exigências de cálcio para manutenção foram respectivamente, para AMI, PIS e OS (172,92 / 137,26 / 93,25 mg/kg^{0.75}/dia) para as aves alojadas a 26°C e (168,48 / 178,35 / 101,75 mg/kg^{0.75}/dia) para aves alojadas a 35°C. As exigências de fósforo para manutenção foram respectivamente para AMI, PIS e OS, (106,54 / 54,66 / 26,09 mg/kg^{0.75}/dia) para as aves alojadas a 26°C, e (102,37 / 51,82 / 29,66 mg/kg^{0.75}/dia) para as aves alojadas a 35°C. A exigência de cálcio líquido de ganho foi de 6,36 mg/g e a de fósforo líquido de ganho foi estimada em 5,58 mg/g.

Palavres-chave: Exigências. Equações de Predição. Minerais. Nutrição

Calcium and phosphorus requirements for maintenance and gain of European quails fed with different energy sources and housed at two temperatures

Abstract: The aim of this study is to assess whether the replacement of the energy of corn starch by isolated soy protein and soy oil and at room temperature affects the requirements for calcium and phosphorus for maintenance and gain of European quails. In the experiment to estimate the calcium and phosphorus requirements for maintenance, through the comparative slaughter methodology, 432 European quails, from 10 to 30 days old, were distributed in a completely randomized design, with an initial weight of $56,75 \pm 1,81$ g, in eighteen treatments, which consisted of three diets, two temperatures and three levels of feed supply. The birds were housed in galvanized wire cages (33cm x 33cm x 10 cm) in two rooms with controlled temperatures (26 °C and 35 °C), fed with three diets formulated with the replacement of corn starch, corresponding to 15% of the ME of the diet, by the energy of the isolated soy protein (PIS) and soy oil (OS) and three levels of feed supply (ad libitum, 70, 40% of the ad libitum consumption), with four repetitions of 6 birds. The calcium and phosphorus requirements for gain were determined with 160 European quails, which were slaughtered every 5 days, that is, at 10, 15, 20, 25 and 30 days of age. The birds were housed in 4 groups of 40 birds in a room with thermoneutral temperature (26 °C). The energy sources of the feed and the temperatures studied affected the calcium and phosphorus requirements for the maintenance and gain of European quails at 10 to 30 days of age. The calcium requirements for maintenance were, respectively, for AMI, PIS and OS (172,92 / 137,26 / 93,25 mg/kg^{0.75}/day) for birds housed at 26 °C and (168,48 / 178,35 / 101,75 mg/kg^{0.75}/day) for birds housed at 35 °C. Phosphorus requirements for maintenance were respectively for AMI, PIS and OS, (106,54 / 54,66 / 26,09 mg/kg^{0.75}/day) for birds housed at 26 °C, and (102,37 / 51,82 / 29,66 mg/kg^{0.75}/day) for birds housed at 35 °C. The requirement for net gain calcium was 6,36 mg/g and that for net gain phosphorus was estimated at 5,58 mg/g.

Keywords: Requirements. Prediction Equations. Minerals. Nutrition

INTRODUÇÃO

Apesar da importância do cálcio e fósforo na nutrição animal, existem informações limitadas acerca das exigências nutricionais desses minerais para codornas europeias. Essas aves têm exigências de cálcio e fósforo diferentes de outras, como frangos de corte e codornas japonesas, por isso é importante considerar, na formulação das rações, as exigências nutricionais estimadas com a própria espécie.

Esses dois minerais atuam não somente para o ótimo crescimento das aves, mas também têm participação fundamental na formação da matriz mineral (GOMES *et al.*, 2004) considerando-se que codornas europeias ganham cerca de 200 g até os 21 dias de idade, constituindo aproximadamente 25 vezes o peso de um dia de idade (SILVA; COSTA; SILVA, 2007), atender as exigências nutricionais neste período é fator fundamental para o crescimento normal das codornas.

Vários fatores podem afetar as exigências nutricionais, como as de cálcio e fósforo nas aves, e dentre esses, o peso corporal, o genótipo da ave, sistema de produção e ambiente devem ser levados em consideração nessas estimativas (SILVA *et al.*, 2004). O método fatorial fraciona as exigências totais das aves em nutrientes para manutenção, crescimento e produção de ovos, no caso de aves de postura (SANTOMÁ, 1991). A partir disso é possível desenvolver equações de predição que determinam as exigências diárias em função do peso corporal e o do ganho diário de peso (SAKOMURA, 1996).

Pouco se sabe a respeito da influência das fontes energéticas da ração no metabolismo de cálcio e fósforo, porém, Ilich e Kerstetter (2000) comentaram que o consumo total de energia, gordura, carboidratos, fibras e alguns eletrólitos afetam a saúde óssea. Os autores evidenciaram ainda, que alta quantidade de energia na dieta favorece um aumento de peso e maior densidade mineral óssea, e que um aumento de proteínas da dieta implica em aumento da excreção de cálcio na urina. No estudo realizado por Yoon e Hwang (2006), foi observado que dietas contendo proteína isolada de soja, aumentaram a formação óssea, o que estimulou a síntese de RNA mensageiro do fator de crescimento semelhante à insulina-1 em ratos, com aumento moderado na remodelagem óssea.

Para Ilich, Brownbillm e Tamborini (2003), são vários fatores que interferem no metabolismo ósseo e que dificultam a interpretação dos resultados, porém, a ingestão de energia deve ser levada em consideração como um dos fatores, já que a mesma determina a quantidade do consumo dos outros nutrientes.

Visto a necessidade devido a poucas informações na literatura, o objetivo desse estudo é determinar as exigências de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alojadas em duas temperaturas e alimentadas com a substituição energética do amido de milho, pela proteína isolada de soja e o óleo de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram conduzidos na Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Campus II, localizado no município de Bananeiras, Brasil. O Comitê de Ética no Uso de Animais, da UFPB, aprovou o projeto do estudo sob o protocolo de número 4122150318.

Um total de 632 codornas europeias (machos e fêmeas) com 10 a 30 dias de idade, sendo que 432 foram utilizadas para estimar as exigências de cálcio e fósforo para manutenção, 160 para as exigências de ganho e 40 para o abate referência.

Exigência de cálcio e fósforo para manutenção (Ca_m e P_m)

No experimento para estimar a exigência de Ca_m e P_m , foram utilizadas quatrocentas e trinta e duas codornas europeias com 10 dias de idade, com peso inicial de $56g \pm 1.81 g$ e distribuídas em 18 tratamentos, os quais consistiam em três fontes energética, amido de milho (AMI), proteína isolada de soja (PIS) e óleo de soja (OS); três níveis de alimentação, 100, 70 e 40% da alimentação *ad libitum* e duas temperaturas, 26° e 35°C, com quatro repetições e seis aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em baterias metálicas com 33 cm de comprimento por 33 cm de largura e 10 cm de altura, equipadas com comedouros tipo calha e bebedouro tipo nipple. O manejo da ração para os grupos de codornas submetidos à restrição alimentar foi realizado diariamente, em função do consumo do dia anterior do tratamento *ad libitum*.

As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, e 15% da energia do AMI foi substituída pela energia da PIS e do OLS (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais para codornas de corte (10 a 30 dias de idade)

Ingredientes	Composição das dietas		
	AMI	PIS	OLS
Milho, 8,8% PB	40,950	56,050	38,570
Farelo de Soja, 45% PB	25,290	15,560	46,650
Farinha de Carne e Ossos	6,871	12,270	5,986
Amido de Milho (AMI)	12,460	-	-
Óleo de soja (OS)	-	-	5,000
Proteína Isolada de Soja (PIS)	11,110	12,040	0,772
Calcário	1,118	1,130	1,089
Fosfato Bicálcico	0,984	1,038	0,877
Sal Comum	0,282	0,238	0,286
DL-Metionina	0,387	0,431	0,400
L-Lisina	0,092	0,318	0,051
L-Treonina	0,016	0,108	0,010
L-Arginina	-	0,212	-
L-Valina	0,044	0,157	0,036
L-Triptofano	0,142	0,195	0,011
Cloreto de Colina	0,060	0,060	0,060
S. Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
S. Mineral ²	0,070	0,070	0,070
BAC-zinco ³	0,015	0,015	0,015
BHT ⁴	0,010	0,010	0,010
Total	100,000	100,000	100,000
Composições nutricionais das dietas experimentais			
Proteína bruta calculada, %	27	27	27
*Proteína bruta, %	26,670	27,760	26,810
EMAn, Mcal/kg	(2,4907 ⁵)	(2,5365* ⁵)	(2,6194* ⁵)
	(2,4957* ⁶)	(2,4967* ⁶)	(2,5425* ⁶)
Amido	37,120	37,560	30,040
Extrato etéreo	2,710	2,380	7,860
Fibra Bruta %	2,290	3,510	3,310
Cálcio analisado, %	0,900	1,320	0,810
Fósforo total analisado %	0,600	0,620	0,610
Arginina dig aves, %	1,660	1,660	1,660
Met. dig aves, %	0,713	0,737	0,716
Met + cist dig aves, %	1,050	1,050	1,050
Lisina dig aves, %	1,350	1,350	1,350
Treonina dig aves, %	0,870	0,870	0,870
Tript. dig aves (%)	0,300	0,300	0,300
Valina dig aves (%)	1,110	1,110	1,110
Potássio, %	0,730	0,642	1,015
Sódio (%)	0,160	0,170	0,160
Cloro (%)	0,249	0,254	0,248
BE (mEq/kg)	186,090	166,360	259,230

¹Composição básica do produto (*basic composition of product*): Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Vitamina A 10.000.000 U.I, Vitamina D3 2.500.000 U.I, Vitamina E 6.000 U.I, Vitamina K 1.600mg, Vitamina B12 11.000, Niacina 25.000 mg, Ácido fólico 400 mg, Ácido pantotênico 10.000 mg, Selênio 300 mg, Antioxidante 20 g, Veículo (*vehicle*) qsp – 1000 g.

² Composição básica do produto (*basic composition of product*): Monóxido de manganês, óxido de zinco, sulfato de ferro, sulfato de cobre, iodeto de cálcio, veículo q.s.p – 1000 g. Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Mg150.000 mg, Zn 100.000 mg, Fe 100.000 mg, Cu 16.000 mg, I 1.500 mg. ³ Bacitracina de zinco. ⁴ hidroxitolueno butilado. (*) valor analisado. (*⁵) valor analisado sala 26°C. (*⁶) valor analisado sala 35°C

O método de abate comparativo foi utilizado para estimar as exigências de Ca_m e P_m , onde um grupo de 40 codornas foi abatido com 10 dias de idade, e ao final do experimento

todas as aves das parcelas foram abatidas, assumindo que a composição corporal do grupo inicial representava toda a população (WOLYNETZ; SIBBALD, 1987).

As exigências de Ca_m e P_m foram determinadas pela relação linear dos nutrientes retidos no corpo vazio e sua ingestão, através do seguinte modelo: cálcio/fósforo (retidos) = $a + b * \text{cálcio/fósforo (ingerido)}$. Os coeficientes (a / b) foram interpretados como as exigências de Ca_m e P_m em que o peso vivo médio (kg) das aves alimentadas à vontade foi elevado à potência 0,75 ($\text{kg}^{0,75}$), enquanto os coeficientes de regressão (b) indicaram a eficiência de utilização para ganho de cálcio (K_{Ca_g}) e fósforo (K_{P_g}).

Exigência de cálcio e fósforo para ganho (Ca_g e P_g)

As exigência de Ca_g e P_g foram estimadas a partir de 160 codornas europeias com 10 dias de idade divididas em quatro grupos, quatro repetições com 10 aves, alimentadas *ad libitum* e recebendo uma dieta controle conforme recomendações de Silva e Costa (2009) descrita na tabela 2. A cada cinco dias 40 codornas eram abatidas (15, 20, 25 e 30 dias de idade) e os resultados comparadas com o abate anterior.

As exigências líquidas de cálcio e fósforo foram determinadas segundo a equação: cálcio/fósforo (retido) = $a + b.PCV$, onde PCV, é o peso corporal em corpo vazio, e o parâmetro "b" foi considerado a exigência de ganho líquido para cálcio (CaL_g) e fósforo (PL_g). As exigências para ganho foram calculadas pela relação entre a exigência CaL_g e PL_g e a K_{Ca_g} e K_{P_g} .

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes da dieta experimentais para codornas de corte (10 a 30 dias de idade)

Ingredientes	Composição da dieta
Milho, 8,8% PB	52,560
Farelo de Soja, 45% PB	38,530
Farinha de Carne e Ossos	3,290
Amido de Milho (AMI)	-
Óleo de soja (OS)	2,622
Proteína Isolada de Soja (PIS)	-
Calcário	1,092
Fosfato Bicálcico	0,939
Sal Comum	0,342
DL-Metionina	0,308
L-Lisina	0,064
L-Treonina	-
L-Arginina	-
L-Valina	-
L-Triptofano	-
Cloreto de Colina	0,060
S. Vitamínico ¹	0,100
S. Mineral ²	0,070
BAC-zinco ³	0,015
BHT ⁴	0,010
Total	100,000
Composições nutricionais das dietas experimentais	
Proteína bruta calculada, %	23
*Proteína bruta, %	22,750
EMAn, Mcal/kg	(2,5809 ⁵) (2,5817* ⁶)
Amido	37,790
Extrato etéreo	5,510
Fibra Bruta %	1,830
Cálcio analisado, %	0,550
Fósforo total analisado %	0,450
Arginina dig aves, %	1,400
Met. dig aves, %	0,593
Met + cist dig aves, %	0,890
Lisina dig aves, %	1,140
Treonina dig aves, %	0,747
Tript. dig aves (%)	0,881
Valina dig aves (%)	0,170
Potássio, %	0,271
Sódio (%)	0,250
Cloro (%)	0,932
BE (mEq/kg)	222,700

¹Composição básica do produto (*basic composition of product*): Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Vitamina A 10.000.000 U.I, Vitamina D3 2.500.000 U.I, Vitamina E 6.000 U.I, Vitamina K 1.600mg, Vitamina B12 11.000, Niacina 25.000 mg, Ácido fólico 400 mg, Ácido pantotênico 10.000 mg, Selênio 300 mg, Antioxidante 20 g, Veículo (*vehicle*) qsp – 1000 g.

² Composição básica do produto (*basic composition of product*): Monóxido de manganês, óxido de zinco, sulfato de ferro, sulfato de cobre, iodeto de cálcio, veículo q.s.p – 1000 g. Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Mg150.000 mg, Zn 100.000 mg, Fe 100.000 mg, Cu 16.000 mg, I 1.500 mg. ³ Bacitracina de zinco. ⁴ hidroxitolueno butilado. (*) valor analisado. (*⁵) valor analisado sala 26°C (*⁶) valor analisado sala 35°C

Abate e análise das dietas

Após um jejum de 8 horas de alimentos sólidos, como metodologia utilizada por Silva *et al.* (2004), as codornas foram pesadas para determinar o peso de corpo vazio e abatidas por deslocamento cervical, evitando a perda de sangue e penas para permitir a avaliação dos nutrientes depositadas na carcaça. As aves foram identificadas e armazenadas em freezer. Posteriormente, as aves foram trituradas em moinho tipo carne, colocadas em estufa sob ventilação forçada a 55 °C durante 72 horas, para realização da pré-secagem, posteriormente moídas no moinho tipo “bola” para então determinação analíticas, segundo recomendações de Silva e Queiroz (2002).

Os teores de cálcio e fósforo foram analisados após digestão nitro-perclórica da amostra pré-seca. Os teores de cálcio foram obtidos pelo espectrômetro de absorção atômica no Laboratório do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar da UFPB, assim como para os teores de fósforo determinado pelo método de espectrofotometria convencional.

Plano nutricional para codornas europeias em crescimento

A partir das exigências diárias de manutenção e de ganho de cálcio e fósforo, foram elaboradas equações para predizer as exigências para o crescimento de codornas europeias na fase de 10 a 30 dias de idade, seguindo os modelos de predição:

$$\text{Ca (mg/ave/dia)} = \text{Ca}_m * \text{P}^{0,75} + \text{Ca}_g * \text{GP}$$

$$\text{P (mg/ave/dia)} = \text{P}_m * \text{P}^{0,75} + \text{P}_g * \text{GP}$$

Onde, Ca = cálcio; Ca_m = exigência de cálcio de manutenção (mg/kg^{0,75}/d); Ca_g = exigência de Ca para ganho (mg/g)

P = fósforo; P_m = exigência de fósforo para manutenção (mg/kg^{0,75}/d); P_g = exigência de P para ganho de peso (mg/g)

$\text{P}^{0,75}$ = peso metabólico

GP = ganho de peso

O consumo de ração estimado no capítulo anterior possibilitou a simulação dos planos nutricionais para codornas.

RESULTADOS

Composição corporal das aves

Devido à redução no nível de alimentação de 100% para 40%, as codornas europeias tiveram redução no peso, no consumo de ração e consequentemente no cálcio e fósforo ingerido e retido (Tabela 3), de modo que as menores retenções desses minerais foram constatadas para as codornas alojadas sala com 35°C.

Tabela 3. Peso de corpo vazio (PCV), o consumo de ração (CR), cálcio (Ca_{ing}) e fósforo (P_{ing}) ingerido, cálcio (Ca_{ret}) e fósforo retido (P_{ret}) de codornas europeias de 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperaturas de 26°C e 35°C, em função do nível de oferta da ração (NOR)

T°	NOR (%)	PCV (g)	CR (g)	Ca_{ing} (mg/d)	Ca_{ret} (mg/d)	P_{ing} (mg/d)	P_{ret} (mg/d)
AMIDO DE MILHO (AMI)							
26°C	100	176,45 ± 1,65	18,69 ± 0,55	168,26 ± 5,41	65,48 ± 0,59	112,17 ± 3,61	49,41 ± 2,00
	70	120,95 ± 4,53	13,08 ± 0,38	117,77 ± 3,75	36,11 ± 0,37	78,51 ± 2,50	26,78 ± 2,91
	40	76,78 ± 1,87	7,48 ± 0,28	67,32 ± 2,16	17,10 ± 0,87	44,88 ± 1,44	13,81 ± 0,46
35°C	100	173,38 ± 0,17	15,97 ± 0,09	143,69 ± 0,57	52,72 ± 0,63	95,79 ± 0,38	46,56 ± 5,88
	70	103,20 ± 0,10	11,18 ± 0,06	100,58 ± 0,45	30,03 ± 0,79	67,05 ± 0,30	24,90 ± 1,77
	40	74,42 ± 0,07	6,39 ± 0,04	57,51 ± 0,25	14,28 ± 1,88	38,34 ± 0,17	12,34 ± 1,03
PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA (PIS)							
26°C	100	173,44 ± 5,21	18,59 ± 0,29	244,27 ± 4,39	61,17 ± 2,41	114,73 ± 2,06	52,98 ± 8,10
	70	117,51 ± 2,01	12,95 ± 0,20	171,01 ± 3,08	36,53 ± 0,36	80,32 ± 1,45	34,37 ± 1,69
	40	78,31 ± 2,53	7,40 ± 0,20	97,75 ± 1,77	20,83 ± 0,87	45,91 ± 0,83	18,29 ± 4,91
35°C	100	167,90 ± 0,17	14,77 ± 0,55	194,90 ± 5,31	45,57 ± 5,22	91,54 ± 3,90	38,64 ± 2,09
	70	106,21 ± 0,11	10,33 ± 0,38	136,42 ± 4,88	38,83 ± 0,56	64,08 ± 2,76	29,10 ± 1,10
	40	66,70 ± 0,07	5,91 ± 0,22	77,95 ± 1,27	20,68 ± 2,93	36,61 ± 1,53	17,21 ± 1,84
ÓLEO DE SOJA (OS)							
26°C	100	173,63 ± 1,19	17,16 ± 0,18	138,96 ± 0,97	53,40 ± 0,73	104,65 ± 0,73	47,86 ± 1,78
	70	110,08 ± 5,16	12,01 ± 0,13	97,28 ± 0,69	25,74 ± 3,12	73,26 ± 0,52	28,60 ± 3,40
	40	76,72 ± 5,08	6,86 ± 0,07	55,57 ± 0,46	18,84 ± 3,34	41,85 ± 0,35	19,83 ± 2,69
35°C	100	168,83 ± 0,17	16,70 ± 0,91	135,23 ± 7,96	45,23 ± 1,11	101,84 ± 6,00	35,72 ± 2,56
	70	109,90 ± 0,11	11,69 ± 0,64	94,65 ± 5,56	25,48 ± 5,41	71,28 ± 4,18	23,23 ± 4,56
	40	78,28 ± 0,08	6,68 ± 0,36	54,11 ± 3,21	14,45 ± 0,62	40,74 ± 2,42	13,04 ± 0,39

Quanto à composição corporal em codornas de cálcio e fosforo, observou-se aumento gradativo dos teores desses minerais na carcaça com o crescimento das aves (Tabela 4).

Tabela 4. Peso de corpo vazio (PCV), cálcio (Ca) e fósforo (P) no peso corporal e cálcio (Ca_c) e fósforo (P_c) corporal de codornas europeias com base na idade

Idade (d)	PCV (g)	Ca (%)	Ca _c (mg)	P (%)	P _c (mg)
10	56,75	0,39	221,32	0,31	175,96
15	78,60	0,48	377,28	0,53	416,58
20	122,61	0,49	600,79	0,41	502,7
25	163,38	0,57	931,27	0,49	800,56
30	205,98	0,56	1.153,49	0,52	1.071,10

Exigência de cálcio para manutenção e ganho (Ca_m e Ca_g)

A partir dos dados de cálcio consumido e retido foram desenvolvidas equações de regressão para estimar as exigências desse mineral (Tabela 5). Observa-se que as exigências de Ca_m foram influenciadas pelas fontes energéticas e temperatura. As estimativas das exigências de manutenção com a fonte AMI foram de 165,63 e 168.48 mg/kg^{0.75}, com PIS, 137.26 e 132.85 mg/kg^{0.75} e com OS, 93,25 e 101.75 mg/kg^{0.75}, respectivamente nas temperaturas de 26 e 35°C.

Tabela 5. Equações de regressão para cálcio (Ca_{ret}) em função do cálcio ingerido (Ca_{ing}), exigência de manutenção (Ca_m) e eficiências de uso de fósforo para ganho (K_{Ca_g}) de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperaturas de 26°C e 35°C

T°	Equação	r ²	Peso Metabólico (kg ^{0.75})	Ca _m (mg kg ^{0.75} d)	K _{Ca_g} (%)
AMIDO DE MILHO					
26°C	Ca _{ret} : -15,901 + 0,477 *Ca _{ing}	0,98	0,200	165,63	48
35°C	Ca _{ret} : -16,682 + 0,504 *Ca _{ing}	0,97	0,198	168,48	50
PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA					
26°C	Ca _{ret} : -7,6103 + 0,2755 *Ca _{ing}	0,98	0,198	137,26	28
35°C	Ca _{ret} : 5,6736 + 0,2152 *Ca _{ing}	0,91	0,194	132,85	22
ÓLEO DE SOJA					
26°C	Ca _{ret} : -7,5731 + 0,4136 *Ca _{ing}	0,88	0,198	93,25	41
35°C	Ca _{ret} : -7,5439 + 0,3796 *Ca _{ing}	0,96	0,195	101,75	38

As eficiências de utilização foram maiores quando as aves receberam a fonte AMI, 48 e 50%, seguida da OS, 41 e 38% e PIS, 28 e 22 %, respectivamente, quando as codornas foram alojadas em temperatura de 26 e 35°C.

A regressão linear de cálcio corporal em função do peso de corpo vazio (Figura 1) mostrou uma exigência líquida de 6.36 mg/g. As exigências dietéticas para ganho na sala com 26° e 35°C respectivamente, para fonte AMI foram de 13.25 e 12.72 mg/g, PIS 22.71 e 31.80 mg/g e OS 15.51 e 16.74 mg/g (Figura 2).

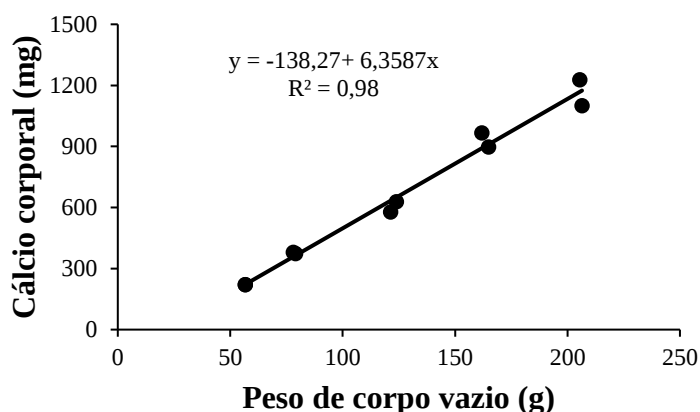


Figura 1. Equação de regressão de cálcio corporal (Ca_c) em função do peso de corpo vazio (PCV), com estimativa da exigência líquida de ganho em 6,36 mg/g

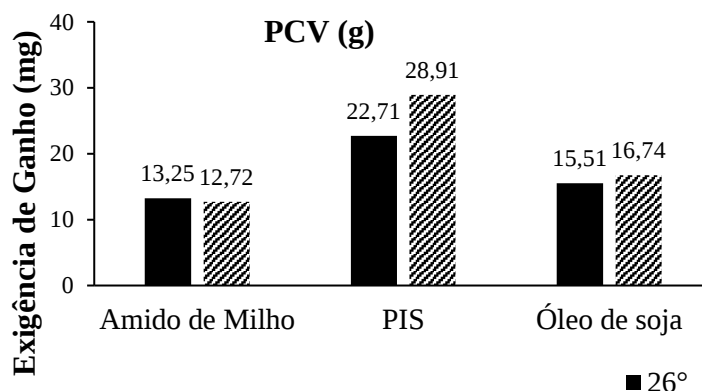


Figura 2. Estimativa da exigência de ganho em cálcio de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em duas temperaturas

Exigência de fósforo para manutenção e ganho (P_m e P_g)

As exigências de P_m (Tabela 6) foram maiores na temperatura de 26°C com exceção da fonte OS, que influenciou menores exigências para manutenção desse mineral nas duas temperaturas. As exigências de manutenção foram reduzidas na temperatura de 26°C de 106.54

para 54.66 e 26.09 mg/kg^{0.75}/dia, assim como na temperatura de 35°C de 102,37 para 51.82 e 29.66 mg/kg^{0.75}/dia, quando o AMI foi substituído, respectivamente pelo PIS e OS.

Tabela 6. Equações de regressão para fósforo retido (P_{ret}) em função do fósforo ingerido (P_{ing}), exigência de manutenção (P_m) e eficiências de uso de fósforo para ganho (K_{Pg}) de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em temperaturas de 26°C e 35°C

T°	Equação	r ²	Peso Metabólico (kg ^{0.75})	P_m (mg kg ^{0.75} d)	K_{Pg} (%)
AMIDO DE MILHO					
26°C	$P_{ret}: -11,083 + 0,5232 * P_{ing}$	0,95	0,200	106,54	52
35°C	$P_{ret}: -11,963 + 0,5949 * P_{ing}$	0,85	0,198	102,38	59
PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA					
26°C	$P_{ret}: -5,5215 + 0,5072 * P_{ing}$	0,97	0,198	54,66	51
35°C	$P_{ret}: 3,8239 + 0,3822 * P_{ing}$	0,95	0,194	51,82	38
ÓLEO DE SOJA					
26°C	$P_{ret}: 2,1752 + 0,4168 * P_{ing}$	0,91	0,198	26,09	42
35°C	$P_{ret}: -2,1399 + 0,3666 * P_{ing}$	0,94	0,195	29,66	37

A eficiência de utilização para ganho foi maior para as codornas alimentadas com a fonte AMI, apresentando 52 e 59% de eficiência nas temperaturas de 26 e 36°C, respectivamente comparadas ao PIS, 51 e 38% e OS com 42 e 37%.

A exigência líquida de P_g estimada pela regressão linear do teor de cálcio corporal em função do peso de corpo vazio foi de 5.58 mg/g (Figura 3) e as exigências dietéticas de ganho para 26° e 35°C foram respectivamente, 10.73 e 9.46 para AMI, 11.16 e 14.68 para PIS e 13.29 e 15.09 para OS (Figura 4).

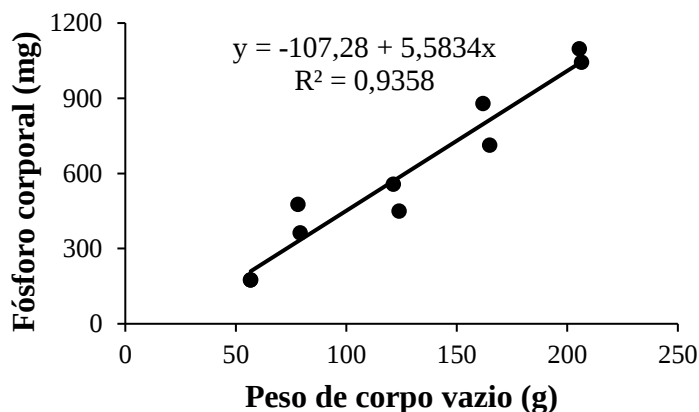


Figura 3. Equação de regressão fósforo corporal (P_c) em função do peso de corpo vazio (PCV), com estimativa da exigência líquida de ganho em 5,58 mg/g

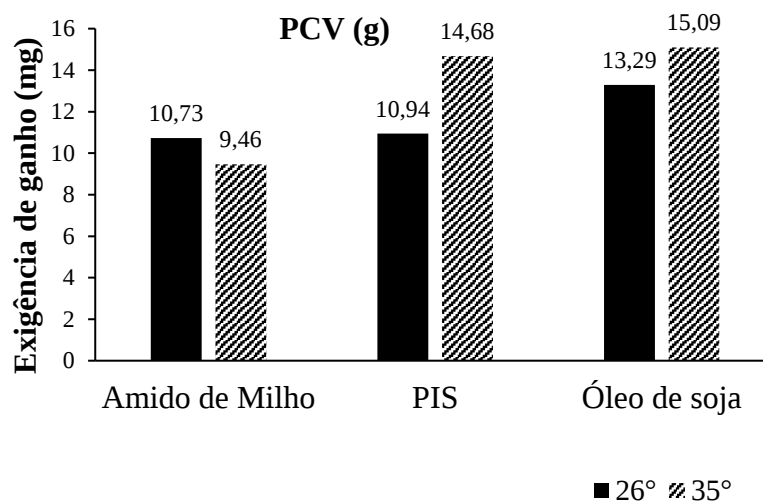


Figura 4. Estimativa da exigência de ganho em fósforo de codornas europeias com 10 a 30 dias de idade alimentadas com diferentes fontes energéticas alojadas em duas temperaturas

Plano nutricional para codornas europeias em crescimento

Com as estimativas das exigências de cálcio e fósforo para manutenção e ganho, considerando o peso metabólico, o ganho, o efeito da temperatura e das fontes energéticas da ração foi possível simular os planos nutricionais para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade (Tabela 7,8 e 9).

As equações de predição para estimar as exigências de cálcio para manutenção e ganho de codornas europeias de 10 a 30 dias foram para AMI são: $\text{Ca (mg/ave/d)} = 172.92 \cdot \text{P}^{0.75} + 13.25 \cdot \text{GP}$ (26°C), $\text{Ca (mg/ave/d)} = 168.48 \cdot \text{P}^{0.75} + 12.72 \cdot \text{GP}$ (35°C); PIS: $\text{Ca (mg/ave/d)} = 137.26 \cdot \text{P}^{0.75} + 22.71 \cdot \text{GP}$ (26°C), $\text{Ca (mg/ave/d)} = 178.35 \cdot \text{P}^{0.75} + 31.80 \cdot \text{GP}$ (35°C) e OS: $\text{Ca (mg/ave/d)} = 93.25 \cdot \text{P}^{0.75} + 15.51 \cdot \text{GP}$ (26°C), $\text{Ca (mg/ave/d)} = 101.75 \cdot \text{P}^{0.75} + 16.74 \cdot \text{GP}$ (35°C); As equações de predição para estimar as exigências de fósforo para manutenção e ganho para AMI são: $\text{P (mg/ave/d)} = 106.54 \cdot \text{P}^{0.75} + 10.73 \cdot \text{GP}$ (26°C), $\text{P (mg/ave/d)} = 100.67 \cdot \text{P}^{0.75} + 9.46 \cdot \text{GP}$ (35°C); PIS: $\text{P (mg/ave/d)} = 54.66 \cdot \text{P}^{0.75} + 11.16 \cdot \text{GP}$ (26°C), $\text{P (mg/ave/d)} = 51.82 \cdot \text{P}^{0.75} + 14.68 \cdot \text{GP}$ (35°C) e OS: $\text{P (mg/ave/d)} = 26.09 \cdot \text{P}^{0.75} + 13.29 \cdot \text{GP}$ (26°C), $\text{P (mg/ave/d)} = 29.66 \cdot \text{P}^{0.75} + 15.09 \cdot \text{GP}$ (35°C).

Tabela 7. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com amido de milho como fonte energética e alojadas a 25°C e 35°C em diferentes ganhos de peso, em função da exigência de Ca e P

AMI														
PC (g)	GP (g/d)	PM (kg ^{0,75})	Exigência de Ca (mg/d)			Exigência de P (mg/d)			CR (g/d) para nível de EM (kcal) na dieta					
			Ca _m ¹	Ca _g ²	Total	P _m ¹	P _g ²	Total	2800	CR (PB) ¹		2900		
			Ca (%)	P (%)		Ca (%)	P (%)			Ca (%)	P (%)	Ca (%)	P (%)	
26°C														
60	0	0,121	20,92	0	20,92	12,89	0	12,89	4,17(22)	0,50	0,31	4,02(23)	0,52	0,32
100	2	0,178	30,78	26,50	57,28	18,96	21,46	40,42	10,34(24)	0,55	0,39	9,98 (25)	0,57	0,40
140	4	0,229	39,60	53,00	92,60	24,40	42,92	67,32	16,30(25)	0,57	0,41	15,74(26)	0,59	0,42
180	6	0,276	47,73	79,50	127,23	29,41	64,38	93,79	22,13(25)	0,57	0,42	21,37(26)	0,59	0,44
35°C														
60	0	0,121	20,39	0	20,39	12,18	0	12,18	3,70(24)	0,55	0,33	3,58(25)	0,57	0,34
100	2	0,178	29,99	25,44	55,43	17,92	18,92	36,84	9,36(24)	0,59	0,39	9,04(25)	0,61	0,41
140	4	0,229	38,58	50,88	89,46	23,05	37,84	60,89	14,84(25)	0,60	0,41	14,32(26)	0,62	0,42
180	6	0,276	46,50	76,32	122,82	27,78	56,76	84,54	20,19(25)	0,61	0,42	19,49(26)	0,63	0,43

PC = peso corporal; GP = ganho de peso; PM = peso metabólico; Ca = cálcio; P = fósforo; CR = consumo de ração.

¹Consumo de ração (CR) e proteína bruta (PB) estimado no artigo de Energia e proteína (Pereira et al., dados não publicados)

Ca_m = 26°C = 172,92*P^{0,75} e 35°C 168,48*P^{0,75}; P_m = 26°C = 106,54*P^{0,75} e 35°C = 100,67*P^{0,75}

Ca_g = 26°C = 13,25*GP e 35°C = 12,72*GP; P_g = 26°C = 10,73*GP e 35°C = 9,46*GP

Tabela 8. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com proteína isolada de soja como fonte energética e alojadas a 25°C e 35°C em diferentes ganhos de peso, em função da exigência de Ca e P

PIS														
PC (g)	GP (g/d)	PM (kg ^{0,75})	Exigência de Ca (mg/d)			Exigência de P (mg/d)			CR (g/d) para nível de EM (kcal) na dieta					
			Ca _m ¹	Ca _g ²	Total	P _m ¹	P _g ²	Total	2800	2900				
									CR (PB) ¹	Ca (%)	P (%)	CR (PB) ¹	Ca (%)	P (%)
26°C														
60	0	0,121	15,88	0	15,88	6,61	0	6,61	4,44(23)	0,36	0,15	4,27(24)	0,37	0,15
100	2	0,178	23,36	45,52	68,88	9,73	22,32	32,05	10,31(26)	0,67	0,31	9,96(27)	0,69	0,32
140	4	0,229	30,06	90,84	120,90	12,52	44,64	57,16	15,97(27)	0,76	0,36	15,42(28)	0,78	0,37
180	6	0,276	36,23	136,26	172,49	15,09	66,96	82,05	21,48(27)	0,80	0,38	20,74(28)	0,83	0,40
35°C														
60	0	0,121	21,58	0	21,58	6,27	0	6,27	3,68(26)	0,59	0,17	3,56(27)	0,61	0,18
100	2	0,178	31,75	63,60	95,35	9,22	29,36	38,58	9,09(25)	1,05	0,42	8,77(26)	1,09	0,44
140	4	0,229	40,84	127,20	168,04	11,87	58,72	70,59	14,30(25)	1,17	0,49	13,81(26)	1,22	0,51
180	6	0,276	49,22	190,80	240,02	14,30	88,08	102,30	19,40(25)	1,24	0,53	18,73(26)	1,28	0,55

PC = peso corporal; GP = ganho de peso; PM = peso metabólico; Ca = cálcio; P = fósforo; CR = consumo de ração.

¹Consumo de ração (CR) e proteína bruta (PB) estimado no artigo de Energia e proteína (Pereira et al., dados não publicados)

Ca_m = 26°C = 137,26*P^{0,75} e 35°C = 178,35*P^{0,75}; P_m = 26°C = 54,66*P^{0,75} e 35°C = 51,82*P^{0,75}

Ca_g = 26°C = 22,71*GP e 35°C = 31,80*GP; P_g = 26°C = 11,16*GP e 35°C = 14,68*GP

Tabela 9. Plano alimentar para codornas europeias de 10 a 30 dias de idade, alimentadas com óleo de soja como fonte energética e alojadas a 25°C e 35°C em diferentes ganhos de peso, em função da exigência de Ca e P

OS														
PC (g)	GP (g/d)	PM (kg ^{0,75})	Exigência de Ca (mg/d)			Exigência de P (mg/d)			CR (g/d) para nível de EM (kcal) na dieta					
			Ca _m ¹	Ca _g ²	Total	P _m ¹	P _g ²	Total	2800	2900				
									CR (PB) ¹	Ca (%)	P (%)	CR (PB) ¹	Ca (%)	P (%)
26°C														
60	0	0,121	11,28	0	11,28	3,16	0	3,16	4,02(18)	0,28	0,08	3,89(19)	0,29	0,08
100	2	0,178	16,60	31,02	47,62	4,64	26,58	31,22	10,29(22)	0,46	0,30	9,94(23)	0,48	0,31
140	4	0,229	21,35	62,04	83,39	5,97	53,16	59,13	16,35(23)	0,51	0,36	15,79(24)	0,53	0,37
180	6	0,276	25,74	93,06	118,80	7,20	79,74	86,94	22,28(24)	0,53	0,39	21,51(25)	0,55	0,41
35°C														
60	0	0,121	12,31	0	12,31	3,59	0	3,59	3,04(26)	0,40	0,12	2,93(27)	0,42	0,12
100	2	0,178	18,11	33,48	51,59	5,28	30,18	35,46	8,68(25)	0,59	0,41	8,38(26)	0,61	0,42
140	4	0,229	23,30	66,96	90,26	6,79	60,36	67,15	14,16(25)	0,64	0,47	13,67(26)	0,66	0,49
180	6	0,276	28,08	100,44	128,52	8,19	90,54	98,73	19,55(25)	0,66	0,50	18,87(26)	0,68	0,52

PC = peso corporal; GP = ganho de peso; PM = peso metabólico; Ca = cálcio; P = fósforo; CR = consumo de ração.

¹Consumo de ração (CR) e proteína bruta (PB) estimado no artigo de Energia e proteína (Pereira et al., dados não publicados)

Ca_m = 26°C = 93,25*P^{0,75} / 35°C = 101,75*P^{0,75}; P_m = 26°C = 26,09*P^{0,75} / 35°C = 29,66*P^{0,75}

P_g = 26°C = 15,51*GP / 35°C = 16,74*GP; P_g = 26°C = 13,29*GP / 35°C = 15,09*GP

DISCUSSÃO

Composição corporal das aves

A redução na retenção dos minerais, quando as codornas foram alojadas na temperatura de 35°C, pode ser justificada ao menor consumo de ração quando se elevou a temperatura. Segundo Guimarães *et al.* (2014) a diminuição do consumo de ração pelas aves em temperatura mais elevada pode estar relacionada ao ajuste na ingestão de energia para atender as exigências de manutenção e também na tentativa de diminuir a produção de calor principalmente nos processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes.

As aves quando submetidas à altas temperaturas, tendem a ter uma diminuição na retenção mineral, segundo Laganá (2008), isso pode estar associado com a diminuição dos gastos energéticos gerados na absorção desses minerais e consequentemente na maior produção de calor. Altas temperaturas ocasionam, além de um maior consumo de água, que pode causar menor digestibilidade dos nutrientes devido ao aumento da taxa de passagem da dieta, redução na absorção dos nutrientes pelo fato de haver diminuição no tamanho do intestino e da superfície das vilosidades intestinais (SAVORY, 1986; THOMPSON; APPELEGATE 2006).

Em relação ao ganho, é observado que à medida que as codornas europeias avançam na idade, de 10 a 30 dias, há aumento na concentração de cálcio e fósforo retidos na carcaça. Isso reflete a maior demanda de cálcio da dieta para atender a rápida expansão do tecido ósseo na fase inicial de crescimento (BRANDÃO *et al.*, 2007), assim como o fósforo, e segundo Hamilton e Ciperá (1981), nessa idade, as aves tem capacidade maior de absorver cálcio quando comparados com as aves de idade avançada.

No estudo realizado por Pinheiro *et al.* (2011), foi verificado maior deposição de cálcio e fósforo na tíbia das aves de corte em crescimento, quando comparada com as demais fases de produção. Segundo os autores, as aves, no início da vida, priorizam o crescimento ósseo e com isso conseguem, através de maior eficiência, depositá-los na tíbia.

Exigência de cálcio para manutenção e ganho (Ca_m e Ca_g)

As temperaturas influenciaram as exigências de Ca_m , que com exceção da fonte PIS, foram maiores na temperatura de 35°C. As exigências de Ca_m foram menores quando as aves foram alimentadas com a fonte OS. Alguns trabalhos demonstraram que a utilização de óleos para aumentar os níveis energéticos da ração, ocasionam diminuição na retenção de minerais (PEPPER; SLINGER; MOTZOK, 1955; WHITEHEAD; DEWAR; DOWNIE, 1971). Porém, em um trabalho mais recente de Nascimento *et al.* (2018), foi verificado que o maior nível de inclusão de óleo (4%) não influenciou a absorção do cálcio em poedeiras.

Dietas com níveis mais elevados de cálcio e sem inclusão de óleo podem reduzir a deposição mineral (BRUGALLI *et al.*, 1999). Dell'Isola *et al.* (2003) comentam que isso deve estar associado com o nível de estrógeno no momento da absorção intestinal de cálcio, pois ele regula a síntese da 1,25 dihidroxicolecalciferol, a qual, segundo Cotta (2002), aumenta a permeabilidade da mucosa intestinal. Neste trabalho, a substituição da fonte energética pelo óleo de soja pode ter favorecido a absorção do cálcio, fazendo com que a exigência, nas duas temperaturas, diminuísse quando comparados com as outras fontes.

Fonseca e Gutierrez (1974) verificaram que dentre os vários tipos de óleos vegetais, o de soja possui um teor alto de ácidos graxos insaturados perdendo apenas para o de girassol. Esses ácidos graxos são substratos de substâncias eicosanoides, como as prostaglandinas e leucotrienos, os quais são responsáveis pela regulação e desenvolvimento ósseo (LIU; DENELOW, 2001). As prostaglandinas têm um efeito bifásico no metabolismo ósseo, pois em baixas concentrações, elas estimulam a formação e em altas, a reabsorção óssea, devido ao aumento de replicação e diferenciação de novos osteoclastos (LIU, 2000).

As maiores eficiências apresentadas foram com a fonte AMI, nas duas temperaturas. Este resultado pode ser justificado pelo fato que, segundo Buzinaro, Almeida e Mazeto (2006) os carboidratos de maneira geral, parecem aumentar a absorção do cálcio, e isso pode ter contribuído para melhor eficiência do cálcio pelas aves. Segundo estudo de Norman, Morawski e Fordtran (1980) a glicose estimula através da absorção

de sódio e água, a absorção passiva de cálcio no jejuno, através de efeito de arrasto de solvente ou aumentando a concentração de cálcio luminal.

As codornas alimentadas com fonte energética proteica, independente da temperatura, apresentaram menores eficiências em utilizar o cálcio para ganho. Provavelmente isso pode ter ocorrido pelo fato de que farinha de carne e ossos, ingrediente presente na dieta com PIS, tem baixa digestibilidade e apresentam grande quantidade de ácidos graxos saturados, que segundo Soares *et al* (2005), para pintinhos, compromete não somente seus valores energéticos, mas também o aproveitamento dos nutrientes da ração.

A ingestão diária de altas quantidades de cálcio, como observado no tratamento com PIS, pode ter diminuído sua absorção, devido a saturação da proteína transportadora de cálcio (PTCa) (MAIORKA; MACARI, 2008). Segundo Bertechine (2006) ocorre uma diminuição na biossíntese da PTCa e redução da eficiência absorptiva do cálcio, a qual é melhorada quando os níveis de ingestão são mais baixos, assim como a eficiência de utilização do mineral. Ademais, para Ilich e Kerstetter (2000) tanto a baixa como a alta ingestão de proteína pode comprometer o metabolismo do cálcio, sendo que, baixas quantidades de proteína interferem na absorção intestinal de Ca e nos níveis de IGF-1, e altas podem induzir uma excreção excessiva de cálcio na urina.

A exigência líquida de ganho de 6.36 mg/g foi mais baixa que 9.15 mg/g encontrada por Lima (2011) para codornas europeias com 16 a 36 dias de idade, a diferença pode ser atribuído pelo fato dos animais desse estudo, de 10 a 30 dias, serem mais jovens que a utilizada por Lima (2011). As maiores exigências dietéticas de ganho foram observadas quando as aves foram alimentadas com a fonte PIS, seguida da OS e AMI, isso é refletido pelo fato de que as menores eficiências de utilização foram para esta mesma fonte. Outro fato importante, é que, com exceção do AMI, as exigências dietéticas para ganho foram maiores nas codornas alimentadas com PIS e OS na temperatura de 35 °C.

Exigência de fósforo para manutenção e ganho (P_m e P_g)

As fontes energéticas e as temperaturas influenciaram as exigências de P_m , sendo que as exigências foram, com exceção da fonte OS, maiores na temperatura de 26°C. As

maiores exigências de P_m e eficiências observada no tratamento com a fonte AMI podem ser explicadas em virtude dos carboidratos diminuírem a concentração de fósforo sanguíneo devido à maior demanda desse mineral para o fluído intracelular em resposta à ativação da via glicolítica e a produção de intermediários glicolíticos fosforilados nas células musculares, hepáticas e adiposas (VIEIRA, 2010), como glicose e ATP.

A exigência de P_m diminuiu quando a fonte utilizada foi OS, fato associado à menor exigência de cálcio com esta mesma fonte, caracterizando interdependência desses dois minerais. Porém, a eficiência de utilização também foi menor. Para Dell'Isola *et al.* (2003) a adição de óleo de soja na ração de frangos de corte influencia no metabolismo mineral, reduzindo o teor de cinza ósseas. Isto possivelmente pode estar relacionado a formação de sabões insolúveis entre os ácidos graxos e os minerais, com redução na absorção intestinal de cálcio e fósforo, entre outros minerais (GRIFFITH, GRAINGER; BEGIN, 1961; WAIBEL E MARZ, 1964; WHITEHEAD, DEWAR; DOWNIE, 1971).

O aproveitamento do fósforo dietético é correspondente a atividade da fitase, idade do animal e da relação cálcio e fósforo da ração (POINTILLART; FOURDIN; FONTAINE, 1987). Assim, essas menores K_{Pg} no tratamento com OS, podem ser devido ao aumento na proporção de farelo de soja na dieta, e conseqüentemente maior quantidade de ácido fítico disponível para complexar minerais, como cálcio e fósforo.

A regressão linear do fósforo corporal em função do peso do corpo vazio indicou exigência líquida de 5.58 mg/g de fósforo para ganho, enquanto a estimada por Lima (2011) foi de 9.23 mg/g para codornas europeias de 16 a 36 dias de idade. Da mesma forma que o cálcio, esta diferença pode ser atribuída a idade mais jovem das aves utilizadas no presente estudo quando comparadas ao estudo de Lima (2011).

As exigências dietéticas de ganho foram, com exceção da fonte AMI, maiores na temperatura de 35°C, com a fonte OS influenciando na maior exigência dietética de fósforo para ganho, seguida da PIS e AMI.

Neste trabalho observou-se que tanto a fonte energética da ração e a temperatura ambiente afetam as exigências de manutenção, eficiência e ganho de cálcio e fósforo no corpo vazio de codornas europeias em crescimento. As estimativas das exigências de manutenção de minerais nesta fase são primordiais para a composição corporal de codornas criadas para reprodução e consumo.

Plano nutricional para codornas europeias em crescimento

No plano nutricional é possível perceber que com o aumento do ganho de peso, maior quantidade ração, de proteína, cálcio e fósforo deve ser fornecido às codornas para que as exigências sejam atendidas, independente da temperatura e fonte.

CONCLUSÃO

As exigências de manutenção de cálcio e fósforo foram menores nas duas temperaturas, quando 15% da energia da dieta proveniente do amido foi substituída pela energia do óleo de soja. As melhores eficiências de cálcio e fósforo para ganho em ambas as temperaturas, são proporcionadas pelo amido de milho.

O amido de milho diminui as exigências dietéticas de cálcio e fósforo para ganho, tanto na temperatura de 26°C como na de 35°C.

REFERÊNCIAS

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006.

BRANDÃO, P. A. *et al.* Exigência de cálcio para codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) em postura. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 29, n. 1, p. 17-21, 2007.

BRUGALLI, I., *et al.* Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pinto de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 753-757, 1999.

BUZINARO, E. F.; ALMEIDA, R. N. A.; MAZETO, G. M. F. S. Biodisponibilidade do Cálcio Dietético. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, n. 5, p. 852-861, 2006.

COTTA, T. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa/MG: Aprenda fácil, 2002.

DELL'ISOLA, A. T. P. *et al.* Effect of soybean oil in diets with different calcium levels on calcium and phosphorus absorption and bone retention in broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 4, p. 461-466, 2003.

FONSECA, H.; GUTIERREZ, L. E. Composição em ácidos graxos de óleos vegetais e gorduras animais. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 31, p. 485-490, 1974.

GOMES, P. C. *et al.* Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1734-1746, 2004.

GRIFFITH, F. D.; GRAINGER, R. B.; BEGIN, J. J. The effect of dietary fat and cellulose on apparent calcium digestibility in growing chickens. **Poultry Science**, v. 40, n. 6, p. 1492-1497, 1961.

GUIMARÃES, M. C. C. *et al.* Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 231-237, 2014.

HAMILTON, R. M. G.; CIPERA, J. D. Effects dietary calcium levels during the brooding, rearing, and early laying period on feed intake, egg production, and shell quality of white leghorn hens. **Poultry Science**, v. 60, n. 2, p. 349-357, 1981.

ILICH, J. Z.; KERSTETTER, J. E. Nutrition in bone health revisited: a story beyond calcium. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, n. 6, p. 715-737, 2000.

ILICH, J. Z.; BROWNBILL, R. A.; TAMBORINI, L. Bone and nutrition in elderly women: protein, energy, and calcium as main determinants of bone mineral density. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, n. 4, p. 554-565, 2003.

LAGANÁ, C. Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n. 2, jul-dez, 2008.

LIMA, C. B. **Exigências nutricionais de cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

LIU, D. The effects of dietary lipids on bone chemical, mechanical, and histological properties in japanese quail (Cortunix C. Japonica). Dissertation ((Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) - Virginia Polytechnic Institute and States University, Virginia Tech, 2000.

LIU, D.; DENBOW, D. M. Maternal dietary lipids modify composition of bone lipids and ex vivo prostaglandin E2 production in early postnatal Japanese quail. **Poultry Science**, v. 80, n.9, p. 1344-52, 2001.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária: aplicada a frangos de corte**, 2 ed, Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008.

NASCIMENTO, L. A. *et al.* Dietas de poedeiras com diferentes níveis de cálcio e óleo com 73 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 55, 2018, Goiânia. **Anais...Goiânia: RBZ**, 2018.

NORMAN, D. A.; MORAWSKI, G.; FORDTRAN, J. S. Influence of glucose, fructose, and water movement on calcium absorption in the jejunum. **Gastroenterology**, v. 78, p. 22-25, 1980.

PINHEIRO, S. R. F. *et al.* Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 361-369, 2011.

PEPPER, W. F., SLINGER, S. L.; MOTZOK, I. Effect of animal fat on the calcium and phosphorus requirement of chicks. **Poultry Science**, v. 3, p. 1216, 1955.

POINTILLART, A.; FOURDIN, A.; FONTAINE, N. Importance of cereal phytase activity for phytate phosphorus utilization by growing pigs fed diets containing triticales or corn. **The Journal of Nutrition**, v. 117, p. 907-913, 1978.

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

SANTOMÁ, G. Necesidades protéicas de las gallinas ponedoras. In: DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. **Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras**. Zaragoza: Acriba, 1991.

SAVORY, C. J. Feeding Behavior. In: BOORMAN, K. N.; FREEMAN, B. M. **Food intake regulation in Poultry**. Edinburgh: LTD, 1986

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

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1220-1230, 2004.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; SILVA, E. L. 2007. Exigências nutricionais de codornas. In: Congresso Internacional de Coturnicultura. **Palestra...** Lavras: UFLA, 2007.

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

SOARES, K. R., A. *et al.* Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 29, n.1, p. 238-244, 2005.

THOMPSON, K. L.; APPLEGATE, T. J. Feed withdrawal alters small-intestinal morphology and mucus of broilers. **Poultry Science**, v.85, n. 9, p. 1535-1540, 2006.

VIEIRA, M. S. Bioquímica do fósforo. In: **Seminário de Bioquímica do Tecido Animal**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PGCV, 2010.

WAIBEL, P. E.; MRAZ, f. R. Calcium, strontium and phosphorus utilization by chicks as influenced by nutrition and endocrine variations. **The Journal of Nutrition**, v. 84, p. 58-64, 1964.

WHITEHEAD, C. C.; DEWAR, W. A.; DOWNIE, J. N. Effect of dietary fat on mineral retention in the chick. **British Poultry Science**, v. 12, n. 2, p. 249-254, 1971.

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

YOON, G. A; HWANG, H. J. Effect of soy protein/animal protein ratio on calcium metabolism of the rat. **Nutrition**, v. 22, n. 4, p. 414-418, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de estratégias e planos nutricionais na coturnicultura é importante, pois além do fornecimento de dietas que atendam às exigências corretas das aves, pode-se incluir a variação das temperaturas ambientais para amenizar os efeitos negativos destas sobre o desempenho dos animais. Neste estudo a proposta foi avaliar diferentes fontes energéticas e temperatura sobre as exigências de proteína, energia, cálcio e fósforo para manutenção e ganho de codornas europeias e a partir desses resultados elaborar planos nutricionais específicos para esta espécie.

Diante disto, foi possível observar que a utilização de óleo de soja como fonte de energia na ração de codornas europeias mostrou diminuir as exigências de manutenção de proteína, energia, cálcio e fósforo nas temperaturas de 26 e 35°C. O amido de milho é a melhor alternativa entre as fontes estudadas para diminuir as exigências nutricionais para ganho de peso de codornas europeias.

No plano nutricional é possível perceber que, com o aumento do ganho de peso, maior quantidade ração e proteína deve ser fornecido às codornas, independente da temperatura e fonte, e que as rações com maior densidade devem conter mais proteína devido o menor consumo. A simulação do plano nutricional permitiu sugerir que codornas europeias para o máximo de ganho de peso exigem, em temperaturas elevadas, uma dieta contendo 2.900 kcal/kg de EM e 26% PB, independente da fonte de energia.