UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

TEMPERATURA AMBIENTE E NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS

DANIELLA APARECIDA BERTO

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área de Concentração Nutrição e Produção Animal.

BOTUCATU - SP
JUNHO - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

TEMPERATURA AMBIENTE E NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS

DANIELLA APARECIDA BERTO

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. EDIVALDO ANTÔNIO GARCIA

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área de Concentração Nutrição e Produção Animal.

BOTUCATU - SP
JUNHO - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Berto, Daniella Aparecida, 1980-
B545t Temperatura ambiente e nutrição de codornas japonesas / Daniella Aparecida Berto. – Botucatu : [s.n.], 2012
xvi, 137 f. : gráfs. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2012
Orientador: Edivaldo Antônio Garcia
Inclui bibliografia

1. Aminoácidos. 2. Calor – Efeito fisiológico. 3. Codorna japonesa. 4. Conforto térmico. 5. Desempenho. 6. Energia. 7. Ovos – Produção. 8. Ovos – Qualidade. 9. Proteínas. I. Garcia, Edivaldo Antônio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

“Nós geralmente descobrimos o que fazer
percebendo aquilo que não devemos fazer.
E provavelmente aquele que nunca cometeu
um erro nunca fez uma descoberta”

(Samuel Smiles)

“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível
e de repente você estará fazendo o impossível”

(São Francisco de Assis)

OFEREÇO

A Deus, por iluminar meus caminhos em momentos de incertezas e dúvidas, por dar-me força, sabedoria e tranqüilidade para enfrentar e vencer obstáculos. Por colocar em minha vida pessoas do bem, justas, solidárias. Obrigada por ser meu Pai!

DEDICO

À minha mãe, Amélia Berto, por cada esforço e abdicação efetuados em prol da minha felicidade e da minha realização profissional e pessoal. Por levantar as mangas da camisa e me ajudar em muitos dos trabalhos efetuados nesta pesquisa. Seu auxílio permitiu a conclusão deste trabalho, pois sem ele, o caminho teria sido infinitamente mais dolorido. Amo a senhora, por tudo que é e representa na minha vida.

Aos meus irmãos, Luiz Cláudio Berto Azambuja, Sylvio Hardy Berto Azambuja e Waldir Luiz Berto Azambuja, por me auxiliarem sempre que preciso, por me mostrarem muitas vezes o caminho a seguir, pelo auxílio grandioso durante a execução dos experimentos e pelos momentos de alegria e descontração.

Muito obrigado por tudo que vocês fizeram e ainda fazem por mim. Graças a Deus e a vocês, consegui superar limites, ir além e alcançar mais esse objetivo.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Meu eterno agradecimento à Anelise Ferraz da Silveira. Sua presença durante o dia a dia e nos momentos decisivos deste projeto foi extremamente importante. Por todo auxílio prestado, por enxugar minhas lágrimas ora de tristeza ora de cansaço e por me incentivar sempre. Obrigada pela oportunidade de poder lhe transmitir um pouco de conhecimento e também por me ensinar tantas outras coisas. Principalmente, que nada é mais precioso que um sorriso no rosto!

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro concedido.

Ao Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia, FMVZ – UNESP/Botucatu, pela orientação, conhecimentos transmitidos e pela amizade adquirida ao longo dos últimos anos. Obrigada por ter confiado em mim e por ter formado a profissional que sou hoje!

Ao Prof. Dr. José Roberto Sartori, FMVZ – UNESP/Botucatu, pela "co-orientação" fora dos papéis, pelo incentivo diário, por todo auxílio e atenção, pelos conhecimentos transmitidos e pela amizade que construímos ao longo dos últimos anos. Muito obrigada por tudo e por também fazer parte da minha formação profissional!

Às codornas dos três experimentos efetuados. Ser zootecnista e poder trabalhar diretamente com animais é uma ótima possibilidade de aprendizado interior. Elas me ensinaram que estamos todos juntos, no mesmo barco. Humildade e respeito são primordiais.

Aos Professores, Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles e Dra. Margarida Maria Barros, FMVZ – UNESP/Botucatu, pelos conselhos, auxílios, carinho e atenção.

Ao meu namorado, Rafael Augusto de Avellar Pires Guerra, pelo companheirismo, paciência, momentos de lazer e incentivo durante a finalização desta tese. Sua presença foi essencial para mim, durante esta etapa complicada e estressante.

Ao meu estimado gato Toy, que sempre me alegrou nos dias exaustivos e pela valiosa e carinhosa companhia. Amo tanto!

Ao Vítor Barbosa Fascina e à Graciene Conceição dos Santos, pela presença constante durante os experimentos e por todo auxílio e carinho durante a jornada. Vitão, irmão de coração! Graci, amizade mineira para o resto da vida, uai!

Aos colegas do Programa de Pós Graduação, Michel André Castilhos, Jéssica Conteçote Russo, Ivan Mailinch Gonçalves Pereira de Souza, Caroline Pelegrina Teixeira, Thaila Cristina Putarov, Estela Valéria Siloto, Luciene Aparecida Madeira, Juliana Cristina Ramos Rezende, Vivian Lo Tierzo, Regina Maria Nascimento Augusto, Fabiana Luiggi, Édina Aguiar, Francine Vercese, João Fernando Albers Koch, Ademir Calvo Fernandes Junior, Caroline de Lima, Maurícia Brandão e Cinthia Rio Branco, por todas as experiências compartilhadas, possibilidades de aprendizado que me proporcionaram, e por todos os momentos de diversão e lazer. Queridos!

Aos companheiros de equipe, Javer Alves Vieira Filho, Anderson de Pontes Silva, Elise Saori Floriano Murakami, Andréa de Britto Molino, Kléber Pelícia e Andressa Takahara Montenegro. Muito obrigada pelo auxílio, pela troca de conhecimentos e pelos momentos de lazer!

Ao colega Leonardo José Ferreira Cordeiro, pela valiosa ajuda na condução do experimento inicial, pela alegria, entusiasmo e pela amizade. Com você reforcei que o sorriso no rosto é essencial!

À Gisele Setznagl, funcionária do Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP/Botucatu, pela ajuda nas análises realizadas, pelo carinho e amizade adquirida.

Aos funcionários da FMVZ – UNESP/ Botucatu, Vanderlei Thiago da Silva, Paulo Inácio Primo, Gilson de Campos, Paulo Sérgio dos Santos, Carlos Eduardo Godoy, Luiz Carlos Fioravante, José Carlos dos Santos, Celso Paulo Martin, Rodrigo Martin, João Nardini e Danilo Juarez Teodoro Dias, pela valiosa ajuda durante a

condução dos experimentos, e pela amizade adquirida. Vocês foram essenciais também para a conclusão deste trabalho.

Aos secretários do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, FMVZ – UNESP/Botucatu, Seila Cristina Cassinelli Vieira e Carlos Pazini Jr., pela atenção, colaboração e amizade.

Aos secretários do Departamento de Produção Animal e Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, FMVZ – UNESP/Botucatu, Solange Aparecida Ferreira de Souza, Luis Carlos Fernandes e Renato Agostinho Arruda, pela gentileza, colaboração, amizade e convívio.

Aos alunos do Curso de Graduação em Zootecnia da FMVZ - UNESP/Botucatu, Lucas Domingos, Felipe M. T. Krieck, Maiara Bertin, Bruna Satomi e Marina Dal Coleto e ao aluno do Curso de Graduação em Agronomia da FCA - UNESP/Botucatu, Ramon Rizzieri, pelo apoio na condução dos experimentos, socorro em momentos de imprevistos, momentos de lazer e pela amizade. Muito obrigada pessoal!

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1..... 1

Considerações Iniciais..... 1

Introdução..... 2

Interação Ave X Ambiente..... 3

Ambiente: Conceito e influência sobre as aves..... 3

Zona de conforto térmico e homeostase térmica..... 3

Temperatura ambiente e desempenho produtivo..... 5

Temperatura ambiente e qualidade dos ovos..... 6

Interação Nutrição X Temperatura Ambiente..... 7

Energia na nutrição de aves..... 7

Proteína e aminoácidos na nutrição de aves..... 10

Proposta do estudo..... 12

Referências Bibliográficas..... 14

CAPITULO 2..... 20

Níveis de energia metabolizável para rações de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade e de estresse cíclico por calor..... 20

Resumo..... 21

Abstract..... 22

Introdução..... 23

Material e Métodos..... 24

Resultados e Discussão..... 30

Página

Conclusões..... 53

Referências Bibliográficas..... 54

CAPÍTULO 3..... 58

Níveis de proteína bruta para rações de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade e de estresse cíclico por calor..... 58

Resumo..... 59

Abstract..... 60

Introdução..... 61

Material e Métodos..... 62

Resultados e Discussão..... 65

Conclusões..... 92

Referências Bibliográficas..... 92

CAPÍTULO 4..... 97

Níveis de aminoácidos sulfurados para rações de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade e de estresse cíclico por calor..... 97

Resumo..... 98

Abstract..... 99

Introdução..... 100

Material e Métodos..... 101

Resultados e Discussão..... 104

Conclusões..... 129

Referências Bibliográficas..... 130

CAPÍTULO 5..... 135

Implicações..... 135

ÍNDICE DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2..... 20

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais..... 26

Tabela 2. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia, porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 31

Tabela 3. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia, porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 32

Tabela 4. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 42

Tabela 5. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 43

Tabela 6. Porcentagem de casca (CASCA), espessura média (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca à quebra (RESIS) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 46

Tabela 7. Porcentagem de casca (CASCA), espessura média (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da

Página

casca à quebra (RESIS) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 46

Tabela 8. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) dos ovos, expressos na matéria seca, e teores de extrato etéreo (EE) e nitrogênio (NITRO), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 48

Tabela 9. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) dos ovos, expressos na matéria seca, e teores de extrato etéreo (EE) e nitrogênio (NITRO), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 49

Tabela 10. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 52

Tabela 11. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 53

CAPÍTULO 3..... 58

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais..... 64

Tabela 2. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia, porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 67

Tabela 3. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia, porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos

Página

de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 68

Tabela 4. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 80

Tabela 5. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 80

Tabela 6. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 83

Tabela 7. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico pelo calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 84

Tabela 8. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), expressos na matéria seca, dos ovos e teores de nitrogênio (NITRO), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 86

Tabela 9. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), Expressos na matéria seca, dos ovos e teores de nitrogênio (NITRO), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 87

Tabela 10. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 90

Tabela 11. Variação do peso de codornas alojadas sob condições

Página

de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta..... 91

CAPÍTULO 4..... 97

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais..... 103

Tabela 2. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia, porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 106

Tabela 3. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia, porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 107

Tabela 4. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 119

Tabela 5. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 120

Tabela 6. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 122

Tabela 7. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca

Página

(ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico pelo calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 122

Tabela 8. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), expressos na matéria seca, dos ovos e teores de nitrogênio (NITRO), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 125

Tabela 9. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), Expressos na matéria seca, dos ovos e teores de nitrogênio (NITRO), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 125

Tabela 10. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 128

Tabela 11. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta..... 129

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 2..... 21

Figura 1. Consumo de ração estimada de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 33

Figura 2. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 37

Figura 3. Massa de ovos estimada de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 38

Figura 4. Massa de ovos estimada de codornas japonesas alojadas

Página

sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 39

Figura 5. Conversão alimentar por dúzia de ovos estimada de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 41

Figura 6. Cor de gema estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 45

Figura 7. Cor de gema estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 45

Figura 8. Porcentagem de nitrogênio estimada, expressa na matéria seca, das excretas de codornas japonesas, alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 50

Figura 9. Porcentagem de nitrogênio estimada, expressa na matéria seca, das excretas de codornas japonesas, alojadas sob condições de estresse por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta..... 51

CAPÍTULO 3..... 58

Figura 1. Consumo estimado de proteína bruta de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 70

Figura 2. Consumo estimado de proteína bruta por codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 71

Figura 3. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 73

Figura 4. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 73

Figura 5. Massa estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 76

Página

Figura 6. Cor de gema estimada de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade e em função do nível de proteína bruta da dieta..... 82

Figura 7. Cor estimada da gema dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 82

Figura 8. Gravidade específica estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 85

Figura 9. Porcentagem de nitrogênio estimada, expressa na matéria seca, das excretas de codornas japonesas, alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 88

Figura 10. Porcentagem de nitrogênio estimada, expressa na matéria seca, das excretas de codornas japonesas, alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta..... 89

CAPÍTULO 4..... 97

Figura 1. Consumo estimado de aminoácidos sulfurados de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta.... 110

Figura 2. Consumo estimado de aminoácidos sulfurados de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta..... 110

Figura 3. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta..... 113

Figura 4. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta..... 114

Figura 5. Massa estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta..... 116

Figura 6. Conversão alimentar por massa estimada de ovos de

Página

codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta..... 117

Figura 7. Teores de extrato etéreo, expressos na matéria seca, dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta..... 126

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

INTRODUÇÃO

A avicultura tem se destacado nas últimas décadas como um dos setores agropecuários que apresenta maior desenvolvimento tecnológico. O seu crescimento é decorrente, sobretudo, de avanços tecnológicos nas áreas de genética, nutrição, sanidade e manejo, os quais possibilitaram a instalação de uma indústria altamente eficiente e competitiva em todo o mundo, particularmente no Brasil (DESOUZART, 2005). Entre as criações avícolas brasileiras, têm-se a criação de codornas, que apresenta características singulares como pequena exigência de espaço, baixo consumo de ração, pequeno intervalo entre gerações, maturidade sexual precoce, rusticidade e alta taxa de crescimento inicial. Estes fatores possibilitaram a caracterização da codorna como excelente ave, tanto para produção de carne como de ovos, em diferentes regiões do país. Logo, a coturnicultura transformou-se de atividade alternativa para exploração comercial lucrativa, dentro do cenário da produção avícola brasileira. Entretanto, apesar dessa evolução, os produtores brasileiros ainda enfrentam dificuldades referentes à sanidade, à ausência de genética bem definida, ao manejo e à nutrição dessas aves.

Na tentativa de otimizar o potencial produtivo das codornas, pesquisas envolvendo os fatores citados foram efetuadas e, em relação à nutrição, muitos esforços têm sido realizados para maximizar os resultados proporcionados pela ração, através, principalmente, da utilização de níveis nutricionais mais próximos aos requeridos pelos animais (MAIORKA, 1998). Entretanto, atualmente, a formulação de rações para codornas baseia-se, principalmente, em dados estrangeiros pouco condizentes com as condições de manejo e de temperatura brasileiras, podendo comprometer a produtividade (MURAKAMI et al., 1993).

O território brasileiro apresenta características climáticas muito diversificadas, como clima úmido e quente na região norte, semi-árido na região nordeste, climas alternados na região centro-oeste devido à sua grande extensão, clima mesotérmico de latitude média na região sudeste e mesotérmico temperado na região sul. Em algumas regiões do país e em certos períodos do ano, as temperaturas médias registradas são elevadas, podendo atingir 40ºC (PERDOMO, 1998).

As variáveis ambientais tanto podem ter efeitos positivos como negativos sobre a produção avícola (HARRISON, 1995). Levando-se em consideração um sistema com

elevado grau tecnológico, tal como ocorre na avicultura, qualquer fator que afete negativamente a produção, determina enormes prejuízos aos produtores. Dentro desse contexto, a formulação de dietas capazes de fornecer, em ambientes distintos, os nutrientes necessários para as aves, de forma segura e econômica, torna-se de extrema importância.

INTERAÇÃO AVE x AMBIENTE

AMBIENTE: CONCEITO E INFLUÊNCIA SOBRE AS AVES

O ambiente pode ser definido como a soma dos impactos dos circundantes biológicos e físicos e constitui-se em um dos responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Isso porque, na maioria dos casos, as aves domésticas são confinadas, proporcionando pouca margem de manobra para os ajustes comportamentais necessários para manutenção da homeostase térmica (FURLAN e MACARI, 2002). Levando-se em consideração que, na maioria dos sistemas de produção de aves da América Latina, os fatores climáticos são pobremente manipulados e gerenciados, o ambiente interno dos galpões para produção e bem estar das aves nem sempre é compatível com as necessidades fisiológicas das mesmas, gerando com isto, grande susceptibilidade a diferentes tipos de estresses (FURLAN, 2005). Temperatura ambiente, umidade relativa e movimentação do ar são fatores ambientais que afetam diretamente as aves, tornando-se agentes estressores se não forem mantidos em condições ideais. O efeito de temperaturas elevadas (estresse por calor) sobre as aves é mais conhecido como estresse calórico (FURLAN, 2005).

As aves apresentam estresse por calor, quando a temperatura ambiente encontra-se em níveis superiores ao da zona de conforto térmico desses animais.

ZONA DE CONFORTO TÉRMICO E HOMEOSTASE TÉRMICA

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, mantêm sua temperatura corporal constante ou variando dentro de estreitos limites, enquanto a temperatura externa pode apresentar variações apreciáveis (RODRIGUES, 2006).

A zona de conforto térmico para aves pode ser definida como sendo uma faixa de temperatura ambiente efetiva em que a taxa metabólica desses animais é mínima e a manutenção da temperatura corporal é mantida com o menor gasto energético (FURLAN, 2005). Entretanto, essa faixa de temperatura é dependente de diversos fatores, sendo alguns ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, genética e, outros ligados ao ambiente, como energia da dieta, ventilação ambiente, características físicas das instalações, temperatura, umidade relativa do ar, entre outros (FURLAN e MACARI, 2002).

A Zona de conforto térmico possui uma temperatura crítica inferior (TCI), uma temperatura crítica superior (TCS) e, a faixa compreendida entre essas duas temperaturas críticas é a zona de termoneutralidade ou zona de conforto térmico (ZCT). De acordo com CURTIS (1983), os valores de TCI, ZCT e TCS para uma ave recém-nascida são, respectivamente, 34, 35 e 39ºC. Já para aves adultas, os valores são respectivamente, 15, 18 a 28 e 32ºC.

Para manter a temperatura corporal constante, mesmo que ocorram variações apreciáveis na temperatura do ambiente (índices fora da ZCT), as aves realizam um balanço energético por meio de ajustes nas taxas de produção e de dissipação de calor corporal, conforme flutuações ocorridas no ambiente térmico (VALÉRIO et al., 2003). Neste balanço, as aves reagem às condições térmicas ambientais por meio de ajustes fisiológicos e comportamentais, sendo que sob altas temperaturas, precisam reduzir a produção e aumentar a dissipação de calor metabólico, evitando, assim, a elevação da temperatura corporal (MACARI et al., 2004). Entre os ajustes comportamentais para dissipar calor, pode-se citar a diminuição dos movimentos, afastamento físico de outras aves, abertura das asas, exposição de barbelas no bebedouro, ofego, aumento do consumo de água e diminuição da ingestão de alimento. Entre os ajustes fisiológicos, encontram-se o aumento da frequência cardíaca, aumento da dilatação dos vasos periféricos, aumento da taxa respiratória e diminuição da produção de calor metabólico (GONZALES, 2005).

Sob o ponto de vista nutricional, a manutenção da temperatura corporal em uma faixa fisiologicamente compatível determina um gasto de energia, para que a perda de calor seja maior que a sua produção. Ao mesmo tempo, o consumo de ração é menor, resultando em um déficit nutricional (de energia e dos nutrientes atrelados à ingestão de

energia) e numa modificação na partição metabólica, com desvio da energia ingerida para manutenção corporal, o que repercute negativamente sobre a produtividade (GONZALES, 2005). Para poedeiras, num primeiro instante, pode ocorrer redução da qualidade dos ovos, onde gema e ovo têm seus pesos reduzidos, diminuição da espessura das cascas e, finalmente, a redução na produção de ovos (TANOR et al., 1984; ZOLLISCH et al., 1996).

TEMPERATURA AMBIENTE E DESEMPENHO PRODUTIVO

Aves submetidas a condições de termoneutralidade não apresentam alterações graves em seu desempenho, entretanto, podem ter seus índices de produção afetados por problemas sanitários, de qualidade genética inferior, manejo inadequado e nutrição. Porém a exposição de aves a condições térmicas desfavoráveis, como temperaturas e umidades relativas do ar acima da zona de conforto térmico, resulta em aumento da temperatura corporal e alcalose respiratória, exercendo impacto negativo sobre o desempenho do animal, onde eficiência alimentar, taxa de crescimento, sobrevivência, consumo de alimento e produção de ovos, podem ser afetados (FURLAN, 2005).

O consumo de alimento não é um processo aleatório, pois possui relação direta com o consumo de energia (GONZALES, 2005). Segundo PAYNE (1967), à medida que se aumenta a temperatura ambiental e diminui-se o consumo voluntário de alimento, diminui-se conseqüentemente, a ingestão de energia e nutrientes pelas aves e, é essa reduzida ingestão uma das mais graves conseqüências enfrentadas no manejo nutricional avícola, em ambientes quentes. Segundo CAIRES et al. (2008), a reduzida energia e nutrientes ingeridos são ainda direcionados para a mantença das aves em detrimento à produção, o que se traduz em prejuízos econômicos diretos aos produtores.

Diante do exposto, uma das alternativas existentes para se tentar diminuir os efeitos deletérios de altas temperaturas sobre o desempenho das aves, em decorrência do baixo consumo de ração, é a manipulação nutricional da dieta (MENTEN e PEDROSO, 2001).

Ao se manipular a dieta de aves em estresse por calor, com maiores níveis de energia e, com melhor balanceamento entre níveis de proteína e aminoácidos, presume-se que o animal possa ingerir quantidades adequadas de energia e nutrientes, mesmo que

esteja ingerindo menor quantidade de alimento (DALE e FULLER, 1979). Além disso, uma manipulação correta dos níveis de energia, através do uso de óleos, e de proteína bruta e aminoácidos da dieta, pode ocasionar menor incremento calórico para as aves (CHURCH e POND, 1988). Em decorrência disso, a produção de ovos e carne pode ser menos afetada.

TEMPERATURA AMBIENTE E QUALIDADE DOS OVOS

Para aves em postura, particularmente, estudos sobre a influência do estresse por calor vão além dos efeitos da diminuição do consumo de alimento sobre o desempenho produtivo, tendo papel fundamental também sobre a qualidade dos ovos produzidos, principalmente qualidade de casca.

Na tentativa de aumentar a dissipação do calor corpóreo, as aves realizam o resfriamento evaporativo respiratório, através do aumento da freqüência respiratória em até 10 vezes (MACARI et al., 2004). A conseqüência mais grave do aumento da temperatura ambiental, e conseqüente aumento da freqüência respiratória, é o aparecimento de distúrbio no equilíbrio ácido-básico, chamado de alcalose respiratória. Segundo FURLAN e MACARI (2002), a hiperventilação gerada pelo aumento da freqüência respiratória resulta em grande eliminação de dióxido de carbono (CO_2 - produto final da oxidação de carboidratos, lipídios e proteínas). O CO_2 é importante porque reage com a água (H_2O), sob a ação da enzima anidrase carbônica, formando o ácido carbônico (H_2CO_3). O ácido carbônico é importante no tamponamento do pH sangüíneo. A diminuição da concentração de CO_2 provoca queda na concentração de H_2CO_3 e dos íons de hidrogênio, resultando uma alcalose sanguínea (aumento do pH sangüíneo).

Ainda segundo FURLAN e MACARI (2002), em poedeiras, a alcalose respiratória proporciona desequilíbrio eletrolítico e mineral. Para compensar a alcalose, ocorre grande liberação de ácidos orgânicos no sangue, que complexam o cálcio, diminuindo a quantidade de cálcio livre ou ionizado no plasma, que seria utilizado para formação da casca do ovo e, como conseqüência, ocorre produção de ovos pequenos e com qualidade inferior de casca, trazendo enormes prejuízos econômicos aos produtores.

NORTH e BELL (1990) observaram que a diferença na espessura da casca dos ovos produzidos entre o inverno e o verão foi de 0,10 mm para galinhas com 50 semanas de idade e de 0,17 mm para galinhas com 60 semanas de idade. Também verificaram que o percentual de cascas com espessura menor a 0,356 mm foi de 30% no inverno contra 47% no verão.

INTERAÇÃO NUTRIÇÃO x TEMPERATURA AMBIENTE

Segundo GONZALES (2005), nutrição é a ciência que estuda a relação entre um organismo e a sua fonte de alimentação, descrevendo desde os processos de apreensão do alimento, digestão, metabolização e excreção de nutrientes obtidos do meio externo, até as taxas apropriadas que os elementos nutritivos devem fornecer para a otimização da manutenção, saúde e processos produtivos de qualquer ser vivo. Por conseqüência, tem como principal objetivo a formulação de uma dieta balanceada, conhecendo-se a qualidade da fonte de alimentação e os requerimentos nutricionais de cada espécie, categoria e estágio produtivo do ser em estudo. Além disso, a boa nutrição é também dimensionada, em função das condições ambientais a que o animal está submetido, principalmente a temperatura.

Ainda segundo GONZALES (2005), a nutrição das aves é afetada por elevados índices de temperatura, principalmente pela redução no consumo de ração. Como exposto anteriormente, essa reduzida ingestão de alimento proporciona reduzida ingestão de energia e nutrientes atrelados ao seu consumo, constituindo-se num dos principais problemas enfrentados no manejo nutricional avícola, em ambientes quentes. Uma das alternativas à esse entrave é ajustar os níveis nutricionais da ração (MENTEN e PEDROSO, 2001), sendo o primeiro ajuste efetuado para o nível de energia.

ENERGIA NA NUTRIÇÃO DE AVES

Para se entender o conceito de energia em nutrição, deve-se entender primeiramente o conceito de alimento. Existem algumas definições na literatura sobre o termo alimento, entretanto o conceito vinculado por JACQUOT et al. (1960) parece ser o mais correto. Segundo o autor, “alimento é uma substância que, consumida por um

indivíduo, é capaz de contribuir para assegurar o ciclo regular de sua vida e a sobrevivência da espécie à qual pertence. Uma determinada substância pode ser alimento para um animal ou para uma dada espécie, mas pode deixar de ser alimento para outro animal ou outra espécie. Têm-se ainda que o valor nutritivo de determinado alimento não é característica imutável em si, ela depende da composição da ração, quer dizer, dos outros alimentos que a constituem."

Assim, o conceito de alimento é muito amplo, pois engloba todas as substâncias que podem ser incluídas nas dietas dos animais por conterem nutrientes. Essas substâncias compreendem não somente os produtos vegetais e animais e seus subprodutos, mas também substâncias nutritivas puras e quimicamente sintetizadas (ANDRIGUETTO et al., 2002).

Segundo ANDRIGUETTO et al. (2002), os alimentos são constituídos por água, matéria orgânica e minerais. A fração da matéria orgânica é composta por glicídios, lipídeos, proteínas e vitaminas, e a combustão dessas substâncias, no organismo animal, gera energia. Portanto, a energia não é um nutriente, mas resulta da oxidação dos nutrientes contidos nos alimentos, sendo liberada na forma de calor ou sendo armazenada para uso posterior nos processos metabólicos do organismo animal (NRC, 1994).

A energia gerada durante os processos químicos de quebra dos alimentos é utilizada pelo organismo dos animais para manutenção de suas atividades vitais e para produção. Em bases biológicas, ocorre partição da energia gerada. Resumidamente, de acordo com LEESON e SUMMERS (2001), a energia oriunda diretamente dos alimentos é chamada de Energia Bruta (EB). Durante os processos de digestão, ocorre perda de energia através das fezes das aves, denominada de energia não digestível. A porção energética resultante é então chamada de Energia Digestível (ED). Entretanto, uma parcela da energia digestível é liberada através da urina das aves, tornando a fração resultante dessa equação, o que se denomina de Energia Metabolizável aparente (EMa). A fração de energia metabolizável aparente pode ainda apresentar perdas endógenas ou metabólicas, originando a Energia Metabolizável verdadeira (EMv) ou ainda, ter uma parcela requisitada para os processos de incremento calórico, gerando dessa forma, a Energia Líquida (EL). A energia líquida pode ser utilizada para manter os processos vitais do organismo, sendo chamada de Energia Líquida de mantença (ELm) ou ser

utilizada para produção de carne e ovos, sendo denominada Energia Líquida de produção (ELp).

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

Aves domésticas criadas em ambientes supostamente controlados e regularmente manejados, não são muito sujeitas a períodos prolongados de deficiências energéticas, assim como não são expostas a extremos climáticos (TARDIN, 1995). A partição energética dessas aves ocorre de forma concisa, sendo destinadas proporções adequadas de energia para manutenção (40 a 100% da energia metabolizável) e para produção de carne e ovos (0 a 60% da energia metabolizável) (TARDIN, 1995).

Entretanto, aves expostas a condições climáticas desfavoráveis podem apresentar alterações na partição energética. Como comentado anteriormente, para manter a temperatura corporal constante, as aves realizam um balanço energético por meio de ajustes nas taxas de produção e de dissipação de calor corporal (VALÉRIO et al., 2003). Sob altas temperaturas, precisam reduzir a produção e aumentar a dissipação de calor metabólico (MACARI et al., 2004), o que acarreta alto gasto de energia. Somando-se a isso, as alterações que ocorrem no consumo de ração de aves sob estresse calórico, um déficit nutricional de energia pode ocorrer e, dessa forma, maior quantidade de energia ingerida pode ser desviada para manutenção corporal, o que repercutiria negativamente sobre a produção (GONZALES, 2005).

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

Para codornas japonesas, trabalhos seguindo a mesma temática também foram realizados, entretanto, estes foram realizados em sua maioria, sob condições de termoneutralidade, sendo informadas recomendações energéticas de acordo com as

fases de criação e linhagens utilizadas (OLIVEIRA et al., 2002; PINTO et al., 2002; FREITAS et al., 2005; BARRETO et al., 2007; SILVA et al., 2011).

Estudos que avaliam alterações na densidade energética de dietas para codornas japonesas alojadas sob estresse por calor, visando otimizar a produção e a qualidade dos ovos são escassos, atestando-se a necessidade de pesquisas nesse campo.

PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS NA NUTRIÇÃO DE AVES

De acordo com ANDRIGUETTO et al. (2002), proteínas são compostos orgânicos extremamente complexos, de natureza coloidal, formados fundamentalmente por carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Contêm ainda enxofre, fósforo, cobre, entre outros elementos. Já os aminoácidos são as unidades estruturais das proteínas, e são constituídos por átomos de carbono, hidrogênio e pelos grupos ácido (carboxílico) e amínico. São classificados em essenciais e não essenciais.

As proteínas e aminoácidos são de fundamental importância na alimentação animal, visto que estão intimamente relacionados com os processos vitais das células e, conseqüentemente, do organismo.

Em relação ao desempenho produtivo, os animais encontram-se diretamente dependentes do suprimento desses compostos. Segundo RUTZ (2002), a simples carência de um desses nutrientes é suficiente para queda no desempenho.

O organismo animal consegue sintetizar alguns aminoácidos, entretanto, alguns aminoácidos de estrutura mais complexa não são sintetizados com velocidade suficiente para o atendimento das necessidades orgânicas, sendo, portanto, necessária sua presença na dieta (ANDRIGUETTO et al., 2002). Logo, os animais devem receber durante toda a vida uma quantidade mínima diária de proteínas e aminoácidos para atender suas necessidades vitais e de produção.

O fornecimento mínimo desses compostos se dá através de dietas, que são formuladas para atenderem um desempenho pré-estabelecido, usando princípios de mínimo custo. Dentro desse aspecto, no que tange às proteínas, isso significa que uma dieta ideal deveria satisfazer exatamente as exigências protéicas e aminoacídicas da espécie. Entretanto, segundo RUTZ (2002), na prática esse objetivo pode não ser alcançado, em parte pela variação intrínseca nas exigências dos animais e, em parte,

pela composição e disponibilidade desses nutrientes nas matérias primas utilizadas na formulação das dietas.

Levando-se em consideração as variações que podem ocorrer na exigência de proteína e aminoácidos pelas aves, podem-se citar alterações decorrentes de variações na temperatura ambiente. A ocorrência de temperaturas elevadas, acima da zona de conforto térmico das aves, pode trazer conseqüências negativas para o balanço energético e para o desempenho, como já relatado no texto, pois o fornecimento de níveis elevados de proteína na ração pode aumentar a carga de calor a ser dissipado (ANDRIGUETTO et al., 2002). De acordo com PENZ JR. (1989), a redução dos níveis de proteína resulta em decréscimo na produção de calor, e ajuda a ave a manter seu balanço energético em condições de elevadas temperaturas.

Entretanto, segundo PAYNE (1967), a redução no consumo de alimento que ocorre em situações de estresse térmico por calor pode afetar a quantidade de energia ingerida pela ave e os nutrientes atrelados ao seu consumo, incluindo proteína e aminoácidos. Nesse sentido, a manipulação nutricional proposta por MENTEN e PEDROSO (2001), com o ajuste dos níveis nutricionais desses compostos na ração, torna-se uma alternativa.

Inúmeros trabalhos podem ser observados na literatura com o objetivo de propor um nível adequado de utilização de proteína bruta e de aminoácidos nas rações para aves. Muitos desses trabalhos envolvem nutrição de frangos de corte e poedeiras comerciais sob o conceito de proteína ideal, com redução do teor de proteína bruta e adequada suplementação de aminoácidos. Outros estudos indicam que a redução no teor de proteína bruta, principalmente para aves sob estresse térmico, visando redução de incremento calórico, não é aconselhada (CHENG et al., 1997 a, b; ALLEMAN e LECLERQ, 1997; CHENG et al., 1999; FARIA FILHO, 2003; PAVAN et al., 2005; CARIOCA et al., 2010).

Pesquisas com a mesma temática envolvendo codornas também podem ser verificadas na literatura (STRINGHINI et al., 1998; BELO et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2002; PINTO et al., 2003; CAPELLOCI et al., 2004; FREITAS et al., 2005; SILVA et al., 2006; FLAUZINA, 2007; SILVA et al., 2011). Entretanto, as recomendações observadas para proteína bruta e também para energia metabolizável, durante a produção de ovos, são inconclusivas. De acordo com SILVA e COSTA (2009), os

níveis de proteína bruta recomendados na literatura variaram de 16 até 25%, enquanto as recomendações de energia metabolizável apresentaram elevada heterogeneidade, variando de 2.600 a 3.150 kcal/kg de ração. Estas diferenças talvez reflitam variações genéticas, experimentais ou climáticas que expressivamente afetam o desempenho das codornas.

Devido às diferenças observadas para recomendações de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos em rações de codornas japonesas em postura, pode-se afirmar que novas informações são necessárias para uma possível definição dos melhores níveis a serem adotados.

PROPOSTA DO ESTUDO

A criação de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) tem despertado grande interesse dos produtores nacionais, devido principalmente, à rusticidade, ao pequeno espaço exigido para criação, à maturidade sexual precoce e à elevada produtividade que essas aves apresentam. Entretanto, a coturnicultura brasileira enfrenta ainda muitos desafios. Entre estes, pode-se destacar a pequena disponibilidade, na literatura nacional, de informações nutricionais sobre estas aves, principalmente se compararmos à grande variedade de dados encontrados para frangos de corte e poedeiras comerciais.

Diante disso, pesquisas que visem determinar níveis adequados de energia e nutrientes para codornas japonesas tornam-se necessárias. Tais estudos são importantes tanto para aves criadas em condições de termoneutralidade, aumentando dessa forma, a base de dados da literatura nacional; como para aves criadas sob estresse térmico, uma vez que o Brasil é um país tropical e dados sobre as exigências nutricionais dessas aves são escassos na literatura.

Diante do exposto, surge a proposta do estudo, que tem por objetivo avaliar níveis de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos sulfurados para rações de codornas japonesas em produção, alojadas sobre condições termoneutras ou de estresse por calor, de modo a obter níveis de energia e nutrientes que sejam o mais próximos dos requeridos pelos animais, em cada condição ambiental, otimizando a produção, a

qualidade dos ovos e possibilitando menor excreção de resíduos nitrogenados no ambiente.

Para tanto, foram realizados três experimentos, representados pelos capítulos 2, 3 e 4. O capítulo 2, denominado **NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA RAÇÕES DE CODORNAS JAPONESAS EM PRODUÇÃO, ALOJADAS SOB CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E DE ESTRESSE CÍCLICO POR CALOR,** apresenta-se de acordo com as normas para publicação na ***Brazilian Journal of Poultry Science*** e teve como objetivo avaliar os efeitos de níveis de energia metabolizável em rações para codornas japonesas em fase de produção, sobre o desempenho, qualidade dos ovos produzidos, teores de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos, variação no peso das aves e teor de extrato etéreo e nitrogênio das excretas, de modo a determinar níveis de energia na dieta que otimizem a produtividade.

O capítulo 3, denominado **NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA PARA RAÇÕES DE CODORNAS JAPONESAS EM PRODUÇÃO, ALOJADAS SOB CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E DE ESTRESSE CÍCLICO POR CALOR**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na ***Brazilian Journal of Poultry Science*** e teve como objetivo avaliar os efeitos de níveis de proteína bruta em rações para codornas japonesas em fase de produção, sobre o desempenho, qualidade dos ovos produzidos e seus teores em proteína bruta e extrato etéreo. Objetivou-se ainda verificar a variação no peso das aves e os teores de nitrogênio nas excretas das aves, de modo a determinar níveis de proteína bruta na dieta que otimizem a produção e a qualidade dos ovos, bem como reduza a carga de poluentes nitrogenados no meio ambiente.

O capítulo 4, denominado **NÍVEIS DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS PARA RAÇÕES DE CODORNAS JAPONESAS EM PRODUÇÃO, ALOJADAS SOB CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E DE ESTRESSE CÍCLICO POR CALOR**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na ***Revista Brasileira de Zootecnia*** e teve como objetivo avaliar os efeitos de níveis de metionina+cistina em rações para codornas japonesas em fase de produção, sobre o desempenho, qualidade dos ovos produzidos, teores de proteína bruta e extrato etéreo dos ovos, variação no peso das aves e teores de nitrogênio nas excretas, de modo a

determinar níveis de aminoácidos sulfurados na dieta que otimizem a produção e a qualidade dos ovos, bem como reduzam o impacto ambiental de resíduos nitrogenados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

BELO, M. T. S.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G. Níveis de metionina em rações de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) na fase inicial de postura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 24, n. 4, p. 1068-1078, 2000.

CAIRES, C. M.; CARVALHO, A. P.; CAIRES, R. M. Nutrição de frangos de corte em clima quente. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n.3, p. 577-583, 2008. Disponível em:<http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/058V5N3P577_583_MAI2008_.pdf> Acesso em: 03/03/2012.

CAPELLOCI, R. G. et al. O nível protéico da dieta pode alterar o desempenho de codornas japonesas? **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 2, 2004. Disponível em:<http://www.revista.inf.br/veterinaria02/artigos/artigo07.pdf> Acesso em: 03/03/2012.

CARIOCA, S. T. et al. Influência dos níveis energéticos e protéicos em rações de poedeiras leves em Manaus. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 59, n. 227, p. 455-458, 2010.

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

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

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

CHURCH, D. C.; POND, W. G. **Basic Animal Nutrition and feeding**. 3. ed. Zaragoza. 1988. 640p.

CORRÊA, G. S. S. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas européias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, MG, v. 57, n. 2, p. 266-272, 2005.

CURTIS, S. E. **Enviromental management in animal agriculture**. 2nd. ed. Ames: Iowa: Iowa State University Press, 1983. 407p.

DALE, N. M.; FULLER, H. L. Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. Dietary fat levels. **Poultry Science**, Champaign, v. 58, p. 1529-1537, 1979.

DESOUZART, O. Os 10 + da carne de frango. **Revista Ave World**, Campinas, n. 15, p. 20-26, 2005.

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

FLAUZINA, L. P. **Desempenho produtivo e biometria de vísceras de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.**

2007. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

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

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP; 2002, 375p.

FURLAN, R. L. Influência do calor na fisiologia de poedeiras. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 2, 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2005, p. 96-118.

GONZALES, E. Interferência do calor na nutrição de poedeiras. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 2, 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2005, p. 119-140.

HARRISON, P. C. O meio ambiente: conceito e influência sobre as aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995, p. 13- 18.

JACQUOT, R.; BARS, H.; SIMONNET, H. **Nutrition Animale.** Volume I, II e III. Données générales sur La nutrition et l`alimentation, J.B.Bailliére et fils, Paris, 1960, 963p.

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

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4 Ed. Hardcover, 2001. 620p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte.** Campinas (SP): FACTA, 2004. 356p.

MAIORKA, A. **Efeito da forma física, nível de energia em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis no desempenho e composição de carcaças de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade.** 1998. 115f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

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

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

NORTH, M.; BELL, D. **Commercial chicken production manual**. New York: Van Norstand Reinhold, 1990.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requeriments of Poultry**. 9. ed. Washington: Natl. Acad. Press, 1994, 156p.

OLIVEIRA, N. T. E. et al. Exigências de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 675-686, 2002.

PAYNE, G. C. Enviromental temperature and egg production. In: HORTON SMITH, C.; AMOROSO, E. C. **The physiology of the domestic fowl.** Edinburgh: Oliver and Boyd, 1967. p. 235-241.

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

PELICANO, E. R. L. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar protéica ou energética sobre o ganho de peso e crescimento ósseo de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, MG, v. 57, n. 3, p. 353-360, 2005.

PENZ JÚNIOR, A. M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos de corte e matrizes: manipulação do equilíbrio ácido-base. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E

TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FACTA, 1989. p. 139-146.

PERDOMO, C. C. Mecanismos de aclimatação de frangos de corte como forma de reduzir a mortalidade no inverno e verão. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas, FACTA, 1998, p. 229- 240.

PINTO, R. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002.

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

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

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

RODRIGUES, E. Fisiologia da homeotermia. Disponível em: <http://www.ufrrj/institutos/it/dau/profs/edmundo> Acesso em 01 de Novembro de 2006.

RUTZ, F. Proteínas: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

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

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

SILVA, J. H. V. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió, 2011, p. 1-15.

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

TANOR, M. A.; LESSON, S.; SUMMERS, J. D. Effect of heat stress and diet composition on performance of white leghorn hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, p. 304-310, 1984.

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

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

ZOLLISCH, W. et al. Nutrient requirements of laying hens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1996, p. 109-159.

CAPÍTULO 2

NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA RAÇÕES DE CODORNAS JAPONESAS EM PRODUÇÃO, ALOJADAS SOB CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E DE ESTRESSE CÍCLICO POR CALOR

RESUMO

Com o objetivo de avaliar níveis de energia metabolizável para rações de codornas japonesas em fase de postura, alojadas sob condições de termoneutralidade e sob alta temperatura, dois ensaios foram efetuados. No primeiro, foram utilizadas 360 aves dispostas em câmara bioclimática com temperatura de conforto térmico. No segundo ensaio, 360 codornas foram alojadas em sala sob condições de estresse cíclico por calor. Cada ensaio experimental compreendeu dois ciclos de 28 dias. As dietas utilizadas nos dois ensaios foram formuladas à base de milho e farelo de soja, sendo divididas em quatro tratamentos experimentais, de acordo com os níveis de energia a serem avaliados – 2800, 2900, 3000 e 3100 kcal EM/kg de ração. Nos dois experimentos, foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições de 18 aves por gaiola, para cada tratamento. Em cada ensaio experimental, os resultados foram submetidos à análise de variância e os efeitos dos níveis de energia metabolizável foram submetidos à análise de regressão, sendo que os graus de liberdade dos fatores foram desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico, para escolha do modelo que melhor descrevesse o comportamento dos dados. Para aves alojadas sob temperatura neutra, foi observada maior massa de ovos de aves alimentadas com dietas contendo valor estimado de 2918 kcal EM/kg ração, e uma menor coloração da gema de ovos produzidos por codornas que receberam 2800 kcal EM/kg alimento. Aumento linear na excreção de nitrogênio foi observado de acordo com o aumento do nível de energia na ração. Para aves submetidas ao estresse cíclico por calor, observou-se redução linear no consumo de ração e na massa de ovos, conforme o nível de energia da dieta aumentava. Para cor de gema e excreção de nitrogênio, observou-se aumento linear conforme se elevou o nível energético das dietas. Efeitos quadráticos dos tratamentos foram verificados, sendo que o nível estimado de 2903 kcal EM/kg ração proporcionou maior peso de ovos e o nível de 2884 kcal/kg a pior conversão alimentar por dúzia de ovos. Dietas para codornas japonesas em produção, alojadas sob condições neutras de temperatura ou sob estresse térmico por calor, podem conter 2.800 kcal EM/kg ração, sem prejuízos sobre a produção e qualidade dos ovos, reduzindo a excreção de compostos nitrogenados no ambiente.

Palavras-chave

desempenho, estresse por calor, qualidade de ovos, zona de conforto térmico

ABSTRACT

The goal of this experiment was evaluate the metabolizable energy levels of diets for Japanese quails maintained under thermo comfort zone and high temperature conditions throughout the laying phase, two trials were performed. In the first experiment, 360 birds were allocated in bioclimatic chambers with thermo neutral temperature and in the second one, 360 quails were housed under cyclic heat stress. Each experimental trial comprised two cycles of 28 days. The diets of both trials were formulated based on corn and soybean meal and were split in four experimental treatments according to the tested energy levels - 2800, 2900, 3000 and 3100 kcal ME/kg of diet. In both experiments a randomized block design were used with five repetitions of 18 birds per cage for each treatment. In each experimental trial, data were submitted to analysis of variance and the effects of metabolizable energy levels to regression analysis, the degrees of freedom of factors were deployed in linear, quadratic and cubic effects to choose the better model which described the behavior of data. For birds under the neutral temperature, it was observed a higher egg mass from quails fed diets containing 2918 kcal ME/kg of diet, and a lower yolk color of eggs produced by quails that received 2800 kcal ME/ kg of diet. There was a linear augment in nitrogen excretion according to the increase of dietary energy level. Birds subjected to cyclic heat stress showed a linear reduction in feed intake and egg mass with the augment of energy level in the diet. For color of yolk and nitrogen excretion, there was a linear increase with the raise of dietary energy levels. Quadratic effects of treatments were observed, and the estimated level of 2903 kcal ME / kg of diet provided the greater values for egg weight and the level of 2884 kcal/kg had the worst feed: gain ratio per dozen eggs. Diets for productive Japanese quails housed under neutral temperature or heat stress can contain 2800 kcal ME/kg of diet without losses on the egg production and quality, reducing the excretion of nitrogenous compounds in the environment.

Keywords: egg quality, heat stress, performance, thermal comfort zone

INTRODUÇÃO

A coturnicultura brasileira desenvolveu-se significativamente nos últimos anos, entretanto, apesar dessa evolução, os produtores brasileiros ainda enfrentam dificuldades referentes à sanidade, à ausência de genética bem definida, ao manejo e à nutrição dessas aves, que detém grande parte dos investimentos financeiros totais da criação (Rezende et al., 2004). Diante desse impacto econômico, torna-se necessário fornecer rações balanceadas com proporções adequadas em energia e nutrientes, para que o máximo desempenho seja alcançado com o mínimo custo.

Na tentativa de otimizar o potencial produtivo das codornas, muitos esforços têm sido realizados para maximizar os resultados proporcionados pela ração, através, principalmente, da utilização de níveis nutricionais mais próximos aos requeridos pelos animais (Maiorka et al., 2004). Entretanto, atualmente, a formulação de rações para codornas baseia-se, principalmente, em dados estrangeiros pouco condizentes com as condições de manejo e de temperatura brasileiras, podendo comprometer dados de produtividade (Murakami et al., 1993).

Segundo Gonzales (2005), uma boa nutrição é também dimensionada, em função das condições ambientais a que o animal está submetido, principalmente a temperatura. Quando altas temperaturas ocorrem no ambiente de criação, a nutrição das aves é afetada, principalmente pela redução no consumo de ração. A reduzida ingestão de alimento proporciona reduzida ingestão de energia e nutrientes atrelados ao seu consumo (Payne, 1967), constituindo-se num dos principais problemas enfrentados no manejo nutricional avícola, em ambientes quentes. De acordo com Menten & Pedroso (2001), uma das alternativas que visam solucionar esse problema é o ajuste dos níveis nutricionais da ração, sendo o primeiro ajuste efetuado para o nível de energia, visto que esta é o ponto de partida para formulação de uma dieta, servindo de base para a fixação dos níveis de nutrientes como proteína bruta, aminoácidos, ácidos graxos e minerais.

Segundo Caires et al. (2008), a reduzida energia e nutrientes ingeridos são ainda direcionados para a mantença das aves em detrimento à produção, o que se traduz em prejuízos econômicos diretos aos produtores. Portanto, ao se manipular a dieta de aves em estresse por calor, com maiores níveis de energia e, com um correto balanceamento dos níveis de proteína e aminoácidos, presume-se que o animal possa ingerir quantidades adequadas de energia e nutrientes, mesmo que esteja ingerindo menor

quantidade de alimento (Dale & Fuller, 1979). Além disso, a manipulação correta dos níveis de energia, através do uso de óleos, pode ocasionar menor incremento calórico para as aves (Church & Pond, 1988). Em decorrência disso, a produção pode ser menos afetada.

Para poedeiras, particularmente, alterações na temperatura ambiente possuem papel fundamental também sobre a qualidade dos ovos produzidos. Aves alojadas sob altas temperaturas necessitam aumentar a dissipação do calor corpóreo. Realizam para tanto o resfriamento evaporativo respiratório, através do aumento da freqüência respiratória (Macari et al., 2004). Uma das conseqüências do aumento da temperatura ambiental, e conseqüente aumento da freqüência respiratória, é o aparecimento de um distúrbio chamado alcalose respiratória (Macari et al., 2004). Segundo Furlan & Macari (2002), em poedeiras, a alcalose respiratória proporciona um desequilíbrio eletrolítico e mineral. Para compensar a alcalose, ocorre grande liberação de ácidos orgânicos no sangue, que complexam o cálcio, diminuindo a quantidade de cálcio livre ou ionizado no plasma, que seria utilizado para a formação da casca do ovo. Como conseqüência, pode ocorrer produção de ovos pequenos e com qualidade inferior de casca, trazendo enormes prejuízos econômicos aos produtores.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar níveis de energia metabolizável para rações de codornas japonesas em postura, alojadas sob temperatura neutra e sob estresse cíclico por calor, de modo a obter um nível de utilização que otimize a produção e a qualidade dos ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois ensaios experimentais foram realizados na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Campus Botucatu, na Câmara Bioclimática. Os ensaios foram efetuados de forma independente, porém simultaneamente. Para tanto, duas câmaras bioclimáticas foram utilizadas, sendo uma para cada ensaio experimental. As salas possuíam dimensões de 4,30 m de comprimento por 4,50 m de largura e 2,60 m de altura. Cada câmara contou com duas baterias de gaiolas, sendo a capacidade de cada uma para 180 aves. As baterias foram compostas por cinco andares, com duas gaiolas por andar, sendo suas dimensões de 100 cm de comprimento por 34 cm de largura e 16 cm de altura. As gaiolas foram equipadas com

comedouros lineares galvanizados, e bebedouros tipo nipple. A densidade de alojamento utilizada, em cada ensaio experimental, foi de 188,93 cm^2/ave.

Para o ensaio 1, foram utilizadas 360 codornas com 126 dias de idade ao início do experimento. Essas aves foram dispostas em câmara com temperatura neutra constante (23ºC ± 2ºC), para determinação do nível de energia metabolizável a ser utilizado em rações para codornas alojadas sob condições de termoneutralidade.

Para o ensaio 2, também foram utilizadas 360 aves com 126 dias de idade ao início do experimento, entretanto, estas codornas foram alojadas em câmara com temperatura elevada durante o dia (33ºC ± 2ºC) e temperatura ambiente durante a noite, para determinação do nível de energia metabolizável a ser utilizado em rações para codornas alojadas sob condições de estresse por calor, o qual foi cíclico, sendo os aquecedores ligados diariamente às 9h00 e desligados às 17h30.

A temperatura das salas foi controlada por meio de aquecedores acoplados a um termostato elétrico e através da utilização de ar condicionado, dotado de controle automático de temperatura. A renovação e movimentação do ar foram efetuadas por exaustores axiais de parede. As temperaturas e umidades relativas do ar, de cada ensaio experimental, foram monitoradas por termohigrômetros digitais de máxima e mínima, pela manhã e ao final da tarde.

O delineamento experimental utilizado, nos dois ensaios, foi o de blocos ao acaso, sendo cada andar das baterias considerado um bloco experimental. Cinco repetições de 18 aves por gaiola foram utilizadas, para cada tratamento/ensaio.

As dietas experimentais (Tabela 1), utilizadas nos dois estudos, foram formuladas com base nas composições dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005), sendo divididas em quatro tratamentos, de acordo com os níveis de energia metabolizável a serem avaliados: 2800, 2900, 3000 e 3100 kcal EM/ kg ração. Inicialmente, o tratamento contendo 2900 kcal EM/kg ração foi formulado seguindo as recomendações do NRC (1994) para proteína bruta, cálcio e fósforo e os níveis adotados para aminoácidos seguiram recomendações propostas por Silva & Costa (2009). Após a formulação deste tratamento, os níveis de proteína bruta, aminoácidos, cálcio e fósforo dos demais tratamentos foram ajustados de acordo com o nível de energia metabolizável utilizado na ração, em razão diretamente proporcional. A realização deste ajuste nutricional torna-se necessário, pois diferenças no consumo de ração podem ocorrer

entre os tratamentos avaliados, em virtude dos níveis de energia empregados, e o ajuste efetuado permite que haja consumo semelhante de nutrientes pelas aves, mesmo que ocorram alterações no consumo de alimento.

Cada ensaio experimental teve duração total de 56 dias, compreendendo dois ciclos de 28 dias. O programa de luz utilizado, em ambos os ensaios, foi o de 17 horas diárias e, durante todo o período dos estudos, as aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar, sendo fornecidas água e ração "ad libitum". O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais

Ingredientes	**Energia Metabolizável (kcal/kg ração)**			
	2800	**2900**	**3000**	**3100**
Milho	58,740	58,101	55,096	52,759
Farelo de soja	28,204	29,815	27,797	26,512
Farinha de carne e ossos (41%)	3,552	3,600	3,710	3,785
Protenose ® (60%)	-	-	2,900	5,175
Óleo de soja	1,118	2,080	3,624	4,987
Calcário calcítico	4,740	4,931	5,122	5,292
Fosfato bicálcico	0,215	0,241	0,273	0,307
Metionina	0,154	0,158	0,144	0,143
Lisina	0,086	0,073	0,148	0,219
Suplemento vitamínico-mineral(1)	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal	0,350	0,350	0,350	0,350
BHT(2)	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (areia)	2,532	0,341	0,527	0,161
Total (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00
	Composição calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2800	2900	3000	3100
Proteína bruta (%)	19,31	20,00	20,69	21,38
Cálcio (%)	2,41	2,50	2,59	2,67
Fósforo disponível (%)	0,34	0,35	0,36	0,37
Metionina + cistina dig. (%)	0,68	0,70	0,72	0,75
Metionina dig. (%)	0,42	0,436	0,444	0,463
Lisina dig. (%)	0,97	1,00	1,03	1,07
Pigmentantes(3) (mg/kg)	587,40	581,01	1602,21	2403,53

[1] Conteúdo/kg de ração: Vit. A - 7.000 U.I.; Vit. D3 – 2.000 U.I.; Vit. E – 50,00 U.I.; Vit. B2 – 3 mg; Ác. Pantotênico - 5 mg; Vit. K3 – 1,6 mg; Vit. B12 – 8 µg; Niacina – 20 mg; Colina – 234,36 mg; Selênio – 0,2 mg; Manganês – 70 mg; Ferro – 50 mg; Cobre – 8 mg; Zinco – 50 mg; Iodo – 1,2 mg; Bacitracina de Zinco – 20 mg; Veículo q.s.p. - 1000 g.

[2] Antioxidante - Butil Hidroxi Tolueno.

[3] Soma dos teores médios de pigmentantes do milho e da Protenose® (xantofilas e cantaxantina)

As características de desempenho avaliadas, nos dois ensaios experimentais, foram: consumo de ração, de energia metabolizável e proteína bruta, porcentagem de postura, porcentagem de ovos íntegros, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos produzidos.

Diariamente, foram anotados em formulários próprios, os dados do número de ovos inteiros e quebrados coletados, para posterior cálculo da porcentagem de postura e de ovos íntegros.

O consumo de ração foi determinado, semanalmente, através da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras existentes no final de cada período de sete dias. O resultado foi dividido pelo número médio de aves de cada parcela e expresso em gramas por ave por dia.

O consumo de energia metabolizável foi calculado multiplicando-se a média obtida para o consumo de ração do tratamento (g) pelo nível de energia metabolizável do mesmo, em kcal. O resultado foi expresso em kcal/ave/dia.

O consumo de proteína bruta foi calculado multiplicando-se a média obtida para o consumo de ração do tratamento (g) pelo nível de proteína bruta do mesmo, em gramas. O resultado foi expresso em g/ave/dia.

A porcentagem de postura foi obtida dividindo-se o número total de ovos postos por gaiola na semana pelo número médio de aves, multiplicado por sete e o resultado multiplicado por 100.

A porcentagem de ovos íntegros foi obtida pelo número total de ovos íntegros produzidos na semana, dividido pelo número médio de aves multiplicado por sete, e o resultado multiplicado por 100.

Os ovos íntegros foram pesados semanalmente. O peso médio foi obtido dividindo-se o peso total dos ovos íntegros das parcelas pelo número de ovos íntegros postos pelas mesmas e o resultado expresso em gramas.

A massa de ovos foi obtida multiplicando-se o peso médio dos ovos de cada parcela pela porcentagem de postura da mesma e o resultado dividido por 100 e expresso em gramas de ovos por ave por dia.

A conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos foi mensurada semanalmente, dividindo-se o peso total da ração consumida na parcela (expresso em

quilogramas) pelo respectivo número de dúzias de ovos produzidos pela mesma na semana.

A conversão alimentar por quilograma de ovos produzidos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelas aves da parcela (expressa em quilogramas) pela massa dos ovos postos no mesmo período, também expressa em quilogramas.

A análise da qualidade dos ovos foi efetuada a cada período de 28 dias por três dias consecutivos. A cada dia, foi coletada uma amostra de quatro ovos por repetição, perfazendo ao final dos dois períodos, um total de 120 ovos analisados por tratamento, por ensaio experimental.

As características de qualidade avaliadas foram: gravidade específica, porcentagens de gema, albúmem e casca, espessura da casca, resistência da casca à quebra e cor de gema.

Todos os ovos, de cada parcela, foram pesados em balança analítica com precisão de 0,01g.

A gravidade específica dos ovos foi calculada segundo metodologia descrita por Stadelman & Cotterill (1990).

A porcentagem de gema foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100 e a porcentagem de albúmem foi determinada dividindo-se o peso do albúmen pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

Para o cálculo da porcentagem de casca foi efetuada, inicialmente, a secagem das cascas em estufa de ventilação forçada a 65ºC por três dias. Logo após, aguardou-se o equilíbrio entre a temperatura ambiente e a temperatura das cascas, para que a pesagem das mesmas fosse efetuada. A porcentagem de casca então, foi obtida dividindo-se o peso da casca pelo peso do ovo, e o resultado multiplicado por 100.

Para a obtenção da espessura da casca, foram utilizadas as mesmas cascas trabalhadas no ítem anterior. Foram realizadas três mensurações na região equatorial do ovo, sendo feita a média dessas mensurações posteriormente, e o resultado expresso em milímetros.

A resistência da casca à quebra foi avaliada na região equatorial do ovo, por meio de célula específica acoplada ao equipamento Texture Analyser TA. XT Plus, com a utilização da sonda Cyl Stainless 2 mm para a verificação da resistência, código P/2,

velocidade de pré teste de 2 mm/segundo; velocidade do teste 1,0 mm/segundo e velocidade pós teste 40 mm/segundo, a qual registrou a força necessária para romper a casca, em gramas.

A cor da gema foi estimada pela comparação da coloração da gema com o leque colorimétrico da Roche®.

Nos dois ensaios, no último dia de análise de cada período de 28 dias, foi avaliado também o teor de sólidos totais dos ovos, segundo metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002).

Ao final do período experimental de cada ensaio, foram avaliados ainda os teores de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos e a concentração de extrato etéreo e nitrogênio nas excretas das aves, expressas em 100% de matéria seca, bem como a variação no peso das aves, para estimar possíveis rotas de utilização da energia e proteína ingerida pelas aves.

As análises de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos foram realizadas no ovo inteiro (albúmen + gema), segundo metodologia proposta pela Embrapa (2005). Para tanto foi efetuada, previamente, a pré-secagem das misturas homogêneas de seis ovos por repetição, em estufa de ventilação forçada a 65ºC por 48 horas. Posteriormente, as amostras foram expostas ao ar para o equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente. Em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas em recipientes para as análises laboratoriais.

Para avaliação das excretas, duas amostras por tratamento foram coletadas a cada 24 horas, por três dias consecutivos, nas bandejas coletoras de excretas das baterias, que foram protegidas por revestimento plástico. Cada amostra foi homogeneizada e pesada para posterior realização de pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55ºC por 48 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram expostas ao ar para o equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente. Em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas em recipientes para as análises laboratoriais de extrato etéreo e teor de nitrogênio, efetuadas segundo metodologia da Embrapa (2005).

Para análise da variação do peso das aves, três codornas por repetição foram pesadas, ao início e ao final do período experimental, sendo o resultado obtido através da diferença entre o peso médio final e inicial. Os valores foram expressos em gramas/ave. Antes da pesagem inicial, foi efetuada padronização nos pesos médios das

aves, entre os diferentes tratamentos, para evitar possíveis interferências do peso médio inicial.

A análise estatística dos resultados foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR, de acordo com Ferreira (1998). Em cada ensaio experimental, os dados referentes às características avaliadas, dentro dos tratamentos utilizados, foram submetidos à análise de variância (5% de significância) e os efeitos dos níveis de energia metabolizável foram submetidos à análise de regressão, sendo que os graus de liberdade dos fatores foram desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico, para escolha do modelo que melhor descrevesse o comportamento dos dados

Para análise estatística da variação de peso das aves, foi efetuado inicialmente um ajuste fixo nas médias observadas, para que as mesmas fossem moduladas por uma distribuição normal. Somente após a realização desse ajuste, foi possível submeter os dados obtidos à análise de variância (5% de significância) e, os efeitos dos níveis de energia metabolizável à análise de regressão, sendo os graus de liberdade dos fatores desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR

Na sala mantida sob temperatura neutra e referente ao primeiro ensaio, as médias de temperatura mínima e máxima, registradas durante o período experimental, foram respectivamente, 23,0 e 25,2ºC, com média de 24,1ºC. As médias de umidade relativa do ar mínima e máxima foram, respectivamente, 42,8 e 47,6%, com média de 45,2%.

Na sala mantida sob condições de alta temperatura e referente ao segundo ensaio experimental, as médias de temperatura máxima, durante o dia e a noite, foram de 34,3 e 32,6ºC, respectivamente. Já as médias de temperatura mínima, durante o dia e a noite, foram de 31 e 27,8ºC, respectivamente. As médias de umidade relativa do ar mínima e máxima foram, respectivamente de 56,3 e 76,6%, com média de 66,4%.

DESEMPENHO

Os dados referentes às características de desempenho das aves mantidas sob condições de termoneutralidade são apresentados na Tabela 2. Na Tabela 3, encontram-se os resultados de desempenho para codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor.

Tabela 2. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia), porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

ENERGIA (kcal EM/kg)	CR (g)	CEM (kcal)	CPB (g)	POST (%)	OINT (%)	PO (g)	MO[Q] (g)	CA/dz	CA/kg
2800	27,82	77,90	5,37	85,37	99,60	11,96	10,19	0,39	2,74
2900	26,96	78,19	5,39	87,40	99,72	12,04	10,50	0,37	2,58
3000	26,05	78,16	5,39	90,65	99,48	11,60	10,50	0,35	2,49
3100	25,42	78,81	5,43	84,09	99,72	11,30	9,47	0,37	2,69
Média	26,57	78,27	5,40	86,88	99,63	11,73	10,17	0,37	2,63
CV (%)	6,57	6,69	6,69	5,57	0,41	4,62	4,65	6,49	6,88
PROBABILIDADE	0,187	0,994	0,994	0,197	0,767	0,159	0,010	0,070	0,159

($p>0,05$) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
[Q] Efeito quadrático ($p\leq0,05$)

Tabela 3. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia), porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

ENERGIA (kcal EM/kg)	CR^{L} (g)	CEM (kcal)	CPB (g)	POST (%)	OINT (%)	PO^{Q} (g)	MO^{L} (g)	CA/dz^{Q}	CA/kg
2800	25,76	72,13	4,97	81,17	99,54	11,24	9,11	0,39	2,86
2900	26,81	77,74	5,36	77,39	99,56	11,93	9,17	0,42	2,97
3000	24,05	72,15	4,97	80,24	99,60	11,12	8,89	0,36	2,72
3100	21,22	65,78	4,54	80,24	99,52	10,43	8,33	0,32	2,57
Média	24,46	71,95	4,96	79,76	99,56	11,18	8,87	0,37	2,78
CV (%)	9,71	9,75	9,74	7,07	0,38	5,46	3,82	10,33	8,41
PROBABILIDADE	0,010	0,103	0,102	0,740	0,989	0,012	0,005	0,005	0,076

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

^{L} Efeito linear (p≤0,05)
^{Q} Efeito quadrático (p≤0,05)

Efeitos dos níveis de energia metabolizável foram observados sobre a massa de ovos produzidos por codornas alojadas sob condições de termoneutralidade (ensaio 1). Em relação às aves alojadas sob condições de estresse cíclico por calor (ensaio 2), efeitos dos teores energéticos das dietas foram constatados sobre o consumo de ração, peso e massa dos ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos.

Conforme a Tabela 2, o consumo de ração pelas aves alojadas sob condições de termoneutralidade não sofreu influência significativa dos níveis de energia metabolizável dos tratamentos, apresentando média de 26,57 g/ave/dia. Entretanto, o consumo de ração observado em aves criadas sob estresse cíclico por calor (Tabela 3) diminuiu linearmente com o aumento do teor de energia das rações. A representação gráfica e a equação de regressão encontram-se na Figura 1.

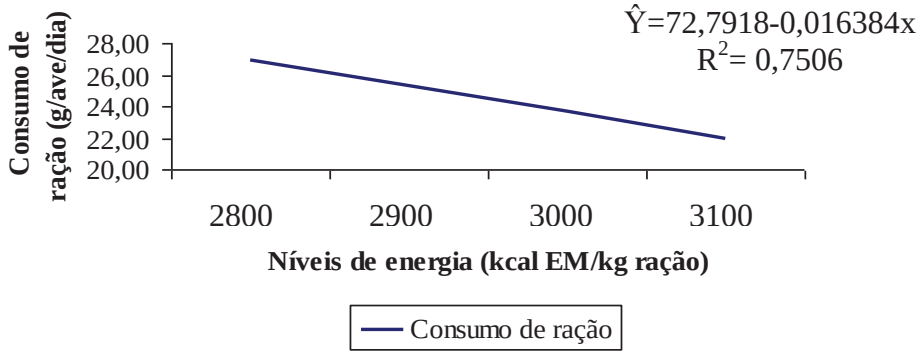


Figura 1. Consumo de ração estimado de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

A ausência de efeitos dos níveis de energia das dietas sobre o consumo de ração pelas aves da sala termoneutra, contraria o que se espera quando a densidade nutricional da ração é alterada. Segundo Baião & Lara (2005), à medida que a energia da dieta é elevada, ocorre diminuição no consumo voluntário de alimento pelas aves. A informação relatada pelos autores e já discutida no capítulo inicial desta tese foi confirmada pelos dados de consumo observados para as aves alojadas sob condições de estresse por calor.

Na literatura é possível verificar resultados semelhantes aos observados para aves alojadas sob condições de termoneutralidade, referentes à ausência de efeitos dos níveis de energia das rações sobre a ingestão de alimento. Stringhini et al. (1998)

avaliaram três níveis de energia metabolizável em dietas para codornas japonesas (2700, 2850 e 3000 kcal/kg) e não constataram efeitos dos teores energéticos das rações sobre o consumo de alimento pelas aves.

No entanto, Murakami et al. (1993) observaram menor consumo de ração em aves alimentadas com dietas contendo maior nível de energia (3000 kcal/kg), quando comparado ao consumo de aves que receberam 2800 kcal EM/kg ração. Essa redução no consumo de ração em codornas, em virtude do aumento dos níveis energéticos das dietas, foi observada por outros autores (Lopes et al., 2006; Barreto et al., 2007; Moura et al., 2010), e verificada também no presente experimento, no ensaio referente às aves alojadas sob estresse cíclico por alta temperatura.

Deve-se salientar que embora as aves da sala termoneutra não tenham alterado significativamente o consumo de ração entre os níveis de energia avaliados, os valores absolutos verificados para este parâmetro, entre os tratamentos, presumem menores níveis de ingestão para aves alimentadas com dietas contendo teores elevados de energia. Esses valores podem ter contribuído para que as aves mantivessem seu consumo de energia constante, pois não foi observada influência das concentrações energéticas das dietas sobre esse parâmetro. O consumo de energia variou de 77,90 para 78,81 kcal/ave/dia, do menor para o maior nível energético das dietas, obtendo-se média de consumo de 78,27 kcal/ave/dia.

Por sua vez, o consumo de energia metabolizável por aves alojadas sob estresse cíclico por calor também não sofreu influência dos tratamentos, e neste caso, diferenças significativas sobre o consumo de ração foram observadas. A ingestão de energia passou de 72,13 para 65,78 kcal/ave/dia, do menor para o maior nível de energia dos tratamentos, obtendo-se média de consumo de 71,95 kcal/ave/dia.

As codornas sob estresse térmico por alta temperatura ajustaram o consumo de ração em virtude do nível de energia da dieta, o que reafirma as suposições efetuadas por Murakami et al. (1993), Pinto et al. (2002), Garcia & Pizzolante (2004) e Garcia et al. (2006), de que codornas apresentam comportamento alimentar semelhante ao de poedeiras comerciais, ajustando o consumo voluntário de alimento em função do teor energético da dieta.

Ajustes no consumo de alimento em virtude dos níveis de energia metabolizável também foram observados por Murakami et al. (1993). A redução observada pelos

autores para consumo de ração com o aumento do teor energético da dieta (2500 a 3100 kcal EM/kg ração) ocasionou ingestão constante de energia pelas codornas, entre os tratamentos. Os autores verificaram que o consumo de energia passou de 72,25 kcal/ave/dia em dietas contendo 2500 kcal para 74,09 kcal em dietas contendo 3100 kcal EM, indicando que a codorna apresenta boa capacidade de ajustar a ingestão diária de energia.

O mesmo foi observado por Pinto et al. (2002), que avaliando níveis de energia em dietas para codornas japonesas (2850 a 3050 kcal EM/kg ração), verificaram redução linear no consumo de alimento com o aumento do teor energético das dietas e observaram variação no consumo de energia de 77,21 kcal/ave/dia para 78,75 kcal/ave/dia, do menor para o maior teor de energia avaliado.

As médias para consumo de proteína bruta observadas na sala termoneutra e na sala sob alta temperatura, foram de 5,40 e 4,96 g/ave/dia, respectivamente. No presente estudo como já mencionado anteriormente, os níveis de proteína bruta e aminoácidos, de cada tratamento, foram ajustados de acordo com o nível de energia metabolizável utilizado na ração, de forma diretamente proporcional, para minimizar possíveis efeitos decorrentes de alterações no consumo de alimento. Levando-se em consideração o exposto e que não houve diferenças significativas sobre o consumo de energia, justifica-se a ausência de efeitos dos tratamentos sobre o consumo de proteína bruta por aves alojadas sob temperatura neutra ou sob alta temperatura.

As médias de porcentagem de postura observadas na sala termoneutra e na sala sob alta temperatura, foram de 86,88 e 79,76%, respectivamente.

A ausência de efeitos dos níveis de energia da dieta na porcentagem de postura corrobora com alguns trabalhos observados na literatura.

Moura et al. (2010) não verificaram diferenças na taxa de postura de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo cinco níveis de energia metabolizável (2500 a 2900 kcal EM/kg ração). Barreto et al. (2007) trabalhando com codornas japonesas na fase de postura, avaliaram cinco níveis de energia metabolizável nas rações (2650 a 3050 kcal EM/kg) e não verificaram efeitos dos tratamentos sobre a produção de ovos. Peguri & Coon (1991) também não encontraram diferenças na postura de ovos, quando trabalharam com dietas de poedeiras contendo níveis energéticos variando de 2645 a 2971 kcal de EM/kg, e ainda afirmaram que a eficiência de utilização da energia do

alimento para a produção de ovos pode diminuir conforme se aumenta a densidade energética da dieta.

Segundo Saxena (1984), as variações em termos de níveis de energia, influenciando a porcentagem de postura, normalmente não ocorrem, pois as maiores alterações estão geralmente associadas ao peso médio dos ovos, provavelmente pelo fato de que as aves ajustam o consumo de alimento em função do nível de energia, o que pode ocasionar diferenças no consumo de nutrientes como proteína e aminoácidos, caso estes não sejam ajustados ao teor energético das dietas. Na literatura, é possível encontrar trabalhos de pesquisa que avaliam níveis de energia metabolizável e seus efeitos sobre a porcentagem de postura, tanto de codornas japonesas como de poedeiras comerciais e, em muitos deles, a porcentagem de postura não é influenciada pelo teor energético da dieta. Em alguns desses trabalhos foi efetuado ajuste nos níveis de nutrientes de acordo com o nível energético das dietas (Lopes et al., 2006; Moura et al., 2008; Moura et al., 2010). Em outras pesquisas, esse ajuste não foi realizado (Stringhini et al., 1998; Freitas et al., 2005; Costa et al., 2009).

Resultados contrários aos obtidos no presente estudo, para porcentagem de postura, foram verificados por Cordeiro et al. (2003). Os autores observaram aumento na produção de ovos com a redução da densidade energética das rações. Estes autores não mantiveram a mesma relação energia metabolizável:proteína bruta entre os tratamentos, o que provavelmente, promoveu maior consumo de proteína bruta nas dietas de menor energia, refletindo na produção de ovos.

As médias verificadas para porcentagem de ovos íntegros foram de 99,63 e 99,56%, respectivamente, para codornas alojadas sob condições de termoneutralidade (ensaio 1) e de estresse cíclico por calor (ensaio 2). Os dados do presente estudo concordam com os relatados por Barreto et al. (2007). Os autores trabalharam com codornas japonesas e não verificaram influência dos teores energéticos das dietas (2650 a 3050 kcal EM/kg) sobre a taxa de ovos comercializáveis.

O peso dos ovos de codornas alojadas sob temperatura neutra constante não foi influenciado pelos níveis de energia das dietas, obtendo-se média de 11,73g. No presente estudo, o balanço entre energia da dieta e proteína bruta/aminoácidos foi efetuado, o que possibilitou consumo semelhante de proteína bruta pelas aves, entre os tratamentos, dando sustentabilidade similar à formação do ovo.

Resultados semelhantes foram observados por Lopes et al. (2006), quando ofertaram rações para codornas japonesas contendo 2750, 2900 e 3050 kcal EM/kg ração. Moura et al. (2010) avaliaram cinco níveis de energia metabolizável para codornas (2500 a 2900 kcal EM/kg ração) e também não notaram diferenças no peso dos ovos. Deve-se salientar que esses autores também mantiveram a relação energia metabolizável:proteína bruta/aminoácidos constante entre as dietas experimentais, o que pode justificar a semelhança entre os resultados, visto que em ambos os trabalhos também não houve diferenças no consumo de energia metabolizável e proteína bruta, permitindo formação de ovos similar entre os tratamentos.

Entretanto, pesquisa efetuada por Barreto et al. (2007) obteve redução linear no peso dos ovos com o aumento do nível de energia da dieta, o que é justificável, visto que os autores não realizaram ajustes entre os níveis de energia e de nutrientes das rações experimentais.

Os teores energéticos dos tratamentos não influenciaram, significativamente, o peso dos ovos das aves alojadas em temperatura neutra constante, entretanto, para aves alojadas sob estresse cíclico por calor foi obtido efeito quadrático dos níveis de energia da dieta sobre a característica, sendo o maior peso obtido com valor estimado de 2903 kcal EM/kg ração. A representação gráfica e a equação de regressão são apresentadas na Figura 2.

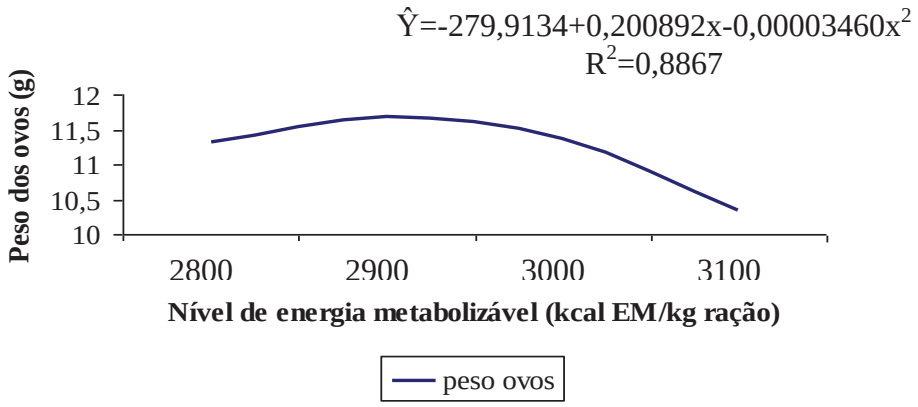


Figura 2. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

Efeito quadrático dos teores de energia da dieta sobre peso dos ovos foi verificado também por Yamane et al. (1980), quando avaliaram quatro níveis energéticos (1670, 2090, 2510 e 2930 kcal EM/kg ração) em dietas para codornas japonesas. Os autores recomendaram a utilização de 2600 kcal EM/kg ração para manter o peso médio em 9,3g. Entretanto, Carioca et al. (2010) não observaram diferenças no peso dos ovos de poedeiras comerciais alojadas na região de Manaus/AM, ao avaliaram três níveis de energia metabolizável nas dietas (2700, 2800 e 2900 kcal EM/kg ração), sem manter constante a relação energia metabolizável:proteína bruta das dietas experimentais.

Para a massa de ovos produzidos por codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, foi observado efeito quadrático dos níveis de energia metabolizável, com o maior índice sendo obtido para o nível estimado de 2918 kcal EM/kg ração. A representação gráfica e a equação de regressão são apresentadas na Figura 3.

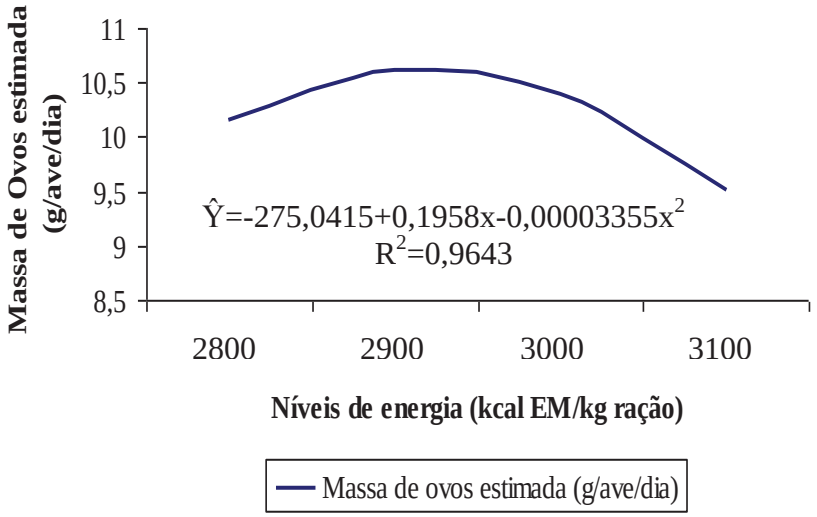


Figura 3. Massa de ovos estimada de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

Aves alojadas sob condições de estresse térmico por calor apresentaram redução linear na massa de ovos com o aumento do nível de energia nas rações. A representação gráfica e a equação de regressão são apresentadas na Figura 4.

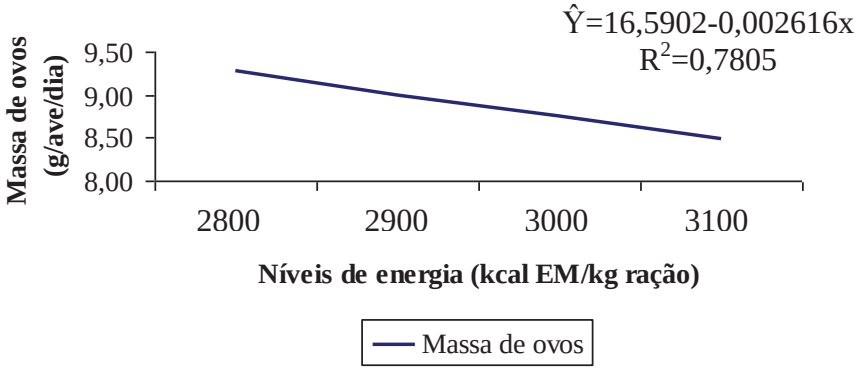


Figura 4. Massa de ovos estimada de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

Efeitos quadráticos dos níveis de energia sobre a massa de ovos foram observados também por Barreto et al. (2007). Os autores trabalharam com níveis crescentes de energia metabolizável na ração de codornas e estimaram menor massa de ovos para 2869 kcal EM/kg de ração. Resultados semelhantes foram observados ainda por Freitas et al. (2005), que também constataram redução linear na massa de ovos com o aumento dos teores de energia da dieta de codornas (2585 a 2885 kcal EM/kg ração). Entretanto, resultados contrários aos obtidos no presente estudo foram relatados por Moura et al. (2010) e Lopes et al. (2006). Os autores não detectaram diferenças na massa de ovos, quando avaliaram níveis de energia variando de 2500 a 3050 kcal EM, em rações de codornas.

Pode-se observar que, dentro da literatura revisada não ocorre um consenso sobre o melhor nível de energia para maximização da massa de ovos. Entretanto, levando-se em consideração que este parâmetro envolve, previamente, índices como porcentagem de postura e peso dos ovos, pode-se inferir que o contraste de resultados existentes provavelmente ocorre, devido a fatores que afetam estas variáveis, dentro de cada estudo, tais como: manejo adotado, temperaturas observadas dentro do ambiente de criação, idade das aves, ajustes nutricionais nas dietas em função do nível de energia utilizado nos tratamentos, entre outros.

Levando-se em consideração os dados obtidos para aves alojadas sob temperatura neutra (ensaio 1), e avaliando-se em conjunto os dados de porcentagem de postura, peso e massa de ovos deste estudo, pode-se inferir que embora efeitos

significativos não tenham sido observados para porcentagem de postura e peso dos ovos, os valores absolutos verificados para estas características podem ter influenciado ($p \leq 0,05$) os índices de massa de ovos.

Em relação aos resultados observados para aves alojadas sob alta temperatura (ensaio 2), nota-se que embora não tenha ocorrido influência dos teores energéticos das dietas sobre a porcentagem de postura, os índices constatados para peso dos ovos podem ter influenciado a massa de ovos.

As conversões alimentares por dúzia (CA/dz) e por massa de ovos (CA/kg), observadas nas codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, não apresentaram alterações significativas entre os tratamentos, apresentando médias de 0,37 e 2,63, respectivamente. Para CA/dz, esta ausência de efeitos é justificável visto que também não houve influência dos teores de energia da dieta, sobre a porcentagem de postura e consumo de ração. Quanto a CA/kg, pode-se presumir que a influência significativa observada sobre a massa de ovos não tenha sido suficiente para alterar os índices desse parâmetro.

Em relação aos índices de conversão das aves alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, verificou-se que a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos sofreu efeito quadrático dos níveis de energia da dieta, sendo a pior conversão observada ao nível estimado de 2884 kcal EM/kg ração. A representação gráfica e a equação de regressão são verificadas na Figura 5.

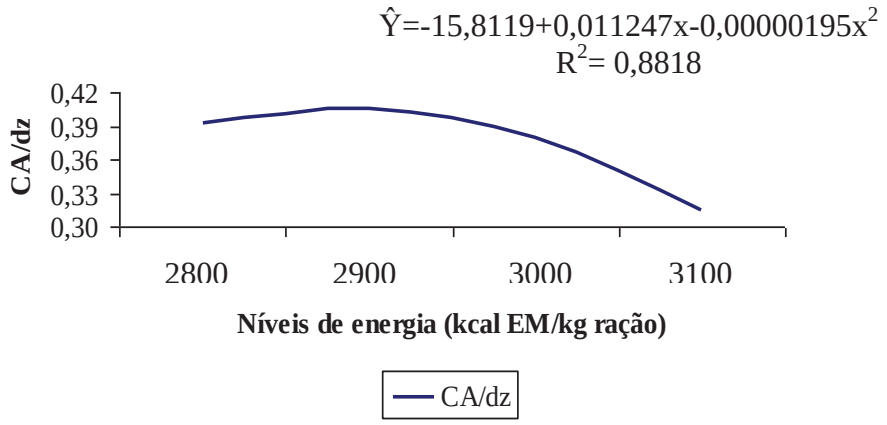


Figura 5. Conversão alimentar por dúzia de ovos estimada de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

Os resultados obtidos para conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos são justificados pelos resultados observados para porcentagem de postura e consumo de ração. Aves que consumiram maior quantidade de alimento apresentaram pior CA/dz e aves que ingeriram menor quantidade de ração apresentaram melhores conversões, visto que não houve diferenças significativas sobre a produção de ovos.

Murakami et al. (1993) também verificaram efeito quadrático dos teores energéticos das dietas (2500 a 3100 kcal EM/kg ração) na conversão alimentar por dúzia de ovos, obtendo melhoria destes índices com o aumento dos níveis energéticos das dietas. Barreto et al. (2007) avaliaram cinco níveis de energia metabolizável para rações de codornas japonesas (2650 a 3050 kcal EM/kg ração) e verificaram melhora na CA/dz de ovos em aves que receberam dietas contendo maiores níveis de energia.

Não foram verificados efeitos dos tratamentos sobre a conversão alimentar por massa de ovos, o que reafirma dados observados por Murakami et al. (1993), Pinto et al. (2002) e Costa et al. (2009). Nas pesquisas, os autores trabalharam com codornas japonesas e poedeiras comerciais e níveis crescentes de energia metabolizável nas rações (2500 a 3100 kcal EM/kg ração) e não verificaram efeitos na conversão alimentar por massa de ovos produzidos.

Analisando-se os dados de desempenho obtidos para codornas alojadas sob temperatura neutra constante, conclui-se que o nível de 2800 kcal EM/kg ração pode ser aplicado para estas aves. Embora a análise de regressão tenha indicado maior massa de ovos para o nível estimado de 2918 kcal EM/kg ração, não se justifica a utilização

média de 100 kcal a mais nas rações das codornas, considerando-se que houve consumo similar de energia metabolizável pelas aves dos quatro tratamentos; e também a pequena variação existente entre a massa de ovos produzida por aves que receberam tratamentos contendo 2800 e 2900 kcal EM/kg ração. Alterações significativas também não foram verificadas sobre o consumo de proteína bruta e conversões alimentares por dúzia e massa de ovos.

Em relação às aves alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, os dados de desempenho indicaram redução linear na massa de ovos com o aumento dos níveis de energia metabolizável nas dietas das codornas, consumos similares de energia metabolizável e proteína bruta entre as aves dos tratamentos, e efeito quadrático sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos. Portanto, a utilização de 2800 kcal EM/kg ração torna-se viável também em dietas para aves sob estresse cíclico por calor, considerando-se os bons índices produtivos obtidos com a utilização deste nível e presumindo menores custos para produção das rações.

QUALIDADE INTERNA DOS OVOS

Os dados referentes à qualidade interna dos ovos de codornas mantidas sob condições de termoneutralidade são apresentados na Tabela 4. Na Tabela 5, encontram-se os resultados de qualidade interna dos ovos das aves alojadas sob condições de estresse cíclico por calor.

Tabela 4. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

ENERGIA (kcal/kg ração)	**ALB (%)**	**GEM (%)**	**CORGE^{L}**	**SOTOT (%)**
2800	61,14	30,93	5,93	31,76
2900	61,18	30,96	5,75	30,31
3000	61,65	30,39	7,83	32,21
3100	61,30	30,69	9,23	30,79
Média	61,32	30,74	7,19	31,26
CV (%)	0,71	1,49	2,18	14,47
PROBABILIDADE	0,269	0,222	0,000	0,905

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

Tabela 5. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

ENERGIA (kcal/kg ração)	ALB (%)	GEM (%)	CORGE[L]	SOTOT (%)
2800	60,98	31,17	5,89	30,19
2900	61,24	30,88	6,27	32,53
3000	61,63	30,42	8,14	30,37
3100	62,13	29,90	8,87	31,85
Média	61,50	30,59	7,29	31,24
CV (%)	1,25	2,35	4,18	13,75
PROBABILIDADE	0,140	0,062	0,000	0,788

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
[L] Efeito linear (p≤0,05)

Conforme a Tabela 4, verifica-se que não houve efeito das concentrações de energia metabolizável das dietas sobre os parâmetros avaliados, exceto para cor de gema. As médias observadas foram de 61,32, 30,74 e 31,26%, respectivamente, para porcentagens de albúmen, gema e sólidos totais. E de acordo com a Tabela 5, pode-se observar que não houve efeito dos níveis de energia metabolizável sobre porcentagem de albúmen, porcentagem de gema e sólidos totais, obtendo-se médias respectivas de 61,50, 30,59 e 31,24%. A cor de gema sofreu influência significativa dos tratamentos avaliados.

O conteúdo de sólidos totais no ovo inteiro é influenciado pelas proporções de gema e albúmen no ovo, e pelos seus respectivos conteúdos em sólidos. A proporção de gema e albúmen pode variar amplamente com o tamanho do ovo. Diante disso, em ovos pequenos, com menor peso, pode ocorrer menor quantidade de gema que em ovos grandes (Ahn et al., 1997; Scott & Silversides, 2000).

Diante do exposto, presume-se que ovos pequenos podem apresentar porcentagens de gema inferiores a ovos de tamanho superior. Para aves alojadas sob condições de termoneutralidade, como pode ser observado na Tabela 2, não houve diferença estatística para peso dos ovos, denotando que os mesmos possuem tamanhos semelhantes, e conseqüentemente, sem diferenças sobre as porcentagens de gema e albúmen. Já para aves alojadas sob estresse cíclico por calor, alterações significativas sobre o peso dos ovos foram observadas (Tabela 3), entretanto, presume-se que as

diferenças obtidas não foram suficientes para alterar as porcentagens de gema e albúmen nos ovos.

Levando-se em consideração que o teor de sólidos totais do ovo é influenciado pelas proporções de gema e albúmen (Ahn et al., 1997) e que estes índices não foram influenciados significativamente, conforme consta nas Tabelas 4 e 5, justifica-se a ausência de efeitos significativos sobre o teor de sólidos totais entre os tratamentos experimentais deste estudo, para aves alojadas sob temperatura neutra constante ou sob estresse cíclico por calor.

Os resultados obtidos nesta pesquisa concordam com dados relatados por Lopes et al. (2006), que não observaram efeitos dos teores de energia das rações (2750 a 3050 kcal EM/kg ração) sobre as porcentagens de gema e albúmen e também sobre o peso dos ovos. Entretanto, Barreto et al. (2007) apresentaram dados contraditórios, pois observaram redução no peso e porcentagem do albúmen com o aumento da EM da dieta (2650 a 3050 kcal EM/kg ração) para codornas. Os autores justificaram que, provavelmente, a não correção da lisina e de outros nutrientes em relação à EM da dieta fizeram com que houvesse diferenças na disponibilidade de nutrientes necessários à formação do ovo.

Houve aumento linear na cor da gema dos ovos produzidos por aves alojadas sob condições de termoneutralidade (Tabela 4) e também por aves criadas sob estresse cíclico por calor (Tabela 5). Tais resultados foram obtidos, provavelmente, devido a composição nutricional das dietas experimentais (Tabela 1), que apresentou utilização de níveis crescentes de glúten de milho 60% (Protenose ®) nas dietas contendo 3000 e 3100 kcal EM/kg. Sabe-se que tal ingrediente é rico em pigmentantes como xantofila e cantaxantina e a concentração média destes pigmentantes foi distinta entre os tratamentos. As representações gráficas e as equações de regressão podem ser observadas nas Figuras 6 e 7.

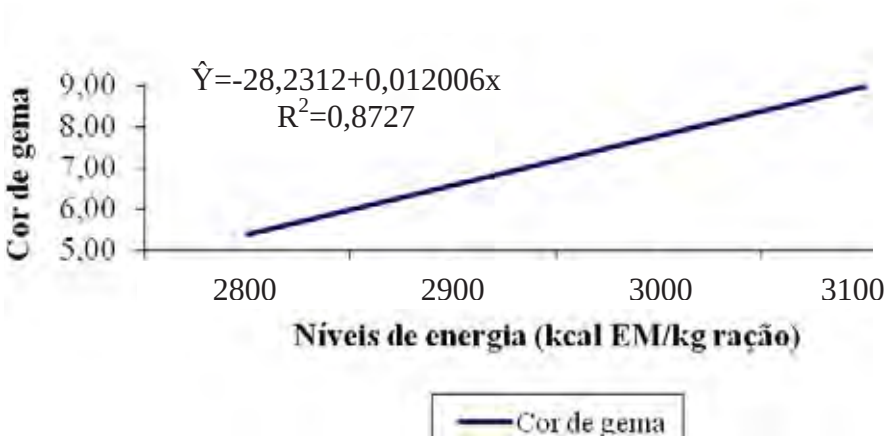


Figura 6. Cor de gema estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

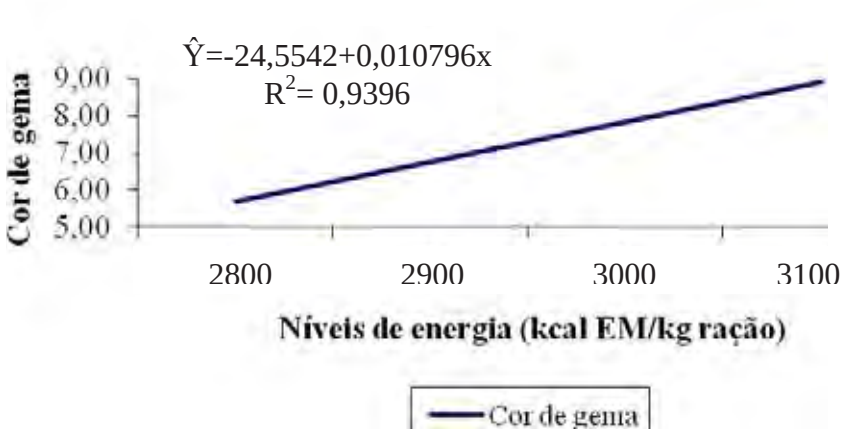


Figura 7. Cor de gema estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

QUALIDADE EXTERNA DOS OVOS

Os resultados de qualidade externa dos ovos produzidos por codornas mantidas sob condições de termoneutralidade são apresentados na Tabela 6. Na Tabela 7, encontram-se os dados de qualidade externa dos ovos produzidos por aves alojadas sob condições de estresse cíclico por calor.

Tabela 6. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

ENERGIA (kcal/kg ração)	CASCA (%)	ESPC (mm)	GE (g/cm^3)	RESIS (kgf)
2800	7,94	0,22	1,073	0,9608
2900	7,86	0,21	1,073	0,9607
3000	7,95	0,21	1,074	1,0001
3100	8,01	0,22	1,075	0,9896
Média	7,94	0,21	1,074	0,9777
CV (%)	2,27	2,76	0,13	5,64
PROBABILIDADE	0,647	0,362	0,102	0,584

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Tabela 7. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta

ENERGIA (kcal/kg ração)	CASCA (%)	ESPC (mm)	GE (g/cm^3)	RESIS (kgf)
2800	7,85	0,21	1,072	0,9153
2900	7,88	0,21	1,072	0,9042
3000	7,97	0,21	1,074	0,9223
3100	7,96	0,21	1,073	0,8955
Média	7,92	0,21	1,073	0,9093
CV (%)	2,02	2,94	0,13	3,77
PROBABILIDADE	0,565	0,695	0,381	0,627

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Conforme a Tabela 6, não houve influência dos níveis de energia sobre a qualidade externa dos ovos, visto que não foram observados efeitos (p>0,05) sobre as características avaliadas. As médias observadas foram de 7,94%, 0,21mm, 1,074g/cm^3 e 0,9777 kgf, respectivamente, para porcentagem de casca, espessura de casca, gravidade específica do ovos e resistência da casca à quebra.

De acordo com a Tabela 7, os níveis de energia das dietas também não alteraram a qualidade da casca dos ovos produzidos por aves criadas sob condições de estresse cíclico por calor. As médias observadas para porcentagem de casca, espessura de casca,

gravidade específica e resistência da casca à quebra foram de 7,92%, 0,21mm, 1,073 g/cm^3, e 0,9093 kgf, respectivamente.

A ausência de efeitos dos teores de energia sobre a qualidade da casca pode ser justificada diante do fato de que nas dietas experimentais dos dois ensaios realizados, foram efetuados ajustes nos níveis de cálcio e fósforo, em razão diretamente proporcional, com o nível de energia metabolizável da dieta. Dessa forma, mesmo que as aves tenham consumido quantidades diferenciadas de ração, quando estas continham níveis de energia, a formação da casca não foi afetada. Provavelmente isso ocorreu porque os ajustes nutricionais efetuados foram eficientes e conseguiram suprir a exigência de minerais pelas aves, para a formação da casca.

Moura et al. (2010) avaliaram os efeitos de níveis de energia em rações para codornas japonesas (2500 a 2900 kcal EM/kg ração) sobre o peso e gravidade específica dos ovos e porcentagem de casca. Constataram que não houve diferenças na porcentagem de casca e atribuíram essa ausência de efeitos à correção efetuada para os níveis de cálcio e fósforo, a cada nível energético, somado ao consumo voluntário obtido no estudo, que supriu a demanda de minerais para produção de casca, em todos os tratamentos. Entretanto, houve relevante diferença entre os tratamentos, para gravidade específica dos ovos. O fato foi justificado, pelos maiores valores absolutos observados para peso dos ovos, nas dietas contendo níveis superiores de energia metabolizável, o que provavelmente afetou a gravidade específica.

Costa et al. (2009) avaliaram dietas para poedeiras comerciais contendo três níveis energéticos (2600, 2750 e 2900 kcal EM/kg ração), e observaram maior porcentagem de casca para o maior nível de energia estudado. Os autores atribuíram este efeito à redução observada no peso do ovo e, conseqüentemente, no peso da casca. Isto ocorreu, provavelmente, devido ao fato de que neste trabalho não foi efetuado ajuste entre os níveis de minerais, proteína bruta e os teores de energia das dietas.

Os dados verificados para porcentagem de casca, espessura média e gravidade específica dos ovos, nos dois ensaios experimentais, concordam com os resultados obtidos por Faria et al. (2000). Os autores não constataram alterações nessas características quando avaliaram três níveis de energia metabolizável (2900, 3000 e 3100 kcal EM/kg ração) para poedeiras comerciais. Entretanto, Lopes et al. (2006) observaram que o maior nível de energia avaliado (3050 kcal/kg ração) proporcionou a

maior densidade específica em ovos de codornas japonesas. Nos dois trabalhos, foram efetuados ajustes nos níveis de cálcio e fósforo de acordo com os níveis de energia metabolizável avaliados.

A resistência da casca a quebra foi avaliada por ser uma característica intimamente ligada à qualidade externa dos ovos, possuindo relação diretamente proporcional à porcentagem de casca, à gravidade específica da casca dos ovos, e em alguns casos, com a espessura da casca. Informações sobre esta característica são relativamente novas na literatura, sendo necessários mais estudos para que uma comparação efetiva seja efetuada.

TEORES DE EXTRATO ETÉREO E PROTEÍNA BRUTA DOS OVOS E TEORES DE EXTRATO ETÉREO E NITROGÊNIO DAS EXCRETAS

Os teores de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos e os teores de extrato etéreo e nitrogênio das excretas das codornas, expressos na matéria seca, são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente, para aves alojadas sob condições termoneutras (ensaio 1) e sob estresse cíclico por calor (ensaio 2).

Tabela 8. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) dos ovos, expressos na matéria seca, e teores de extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

	OVOS		**EXCRETAS**	
ENERGIA (kcal/kg ração)	**EE (%)**	**PB (%)**	**EE (%)**	**N^L (%)**
2800	36,34	48,24	2,21	7,91
2900	37,93	47,89	2,75	8,86
3000	36,21	47,16	2,86	8,97
3100	35,41	48,57	2,97	9,92
Média	36,47	47,97	2,70	8,91
CV (%)	4,02	2,26	21,56	4,83
PROBABILIDADE	0,090	0,238	0,139	0,000

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

Tabela 9. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) dos ovos, expressos na matéria seca, e teores de extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

	OVOS		**EXCRETAS**	
ENERGIA (kcal/kg ração)	**EE (%)**	**PB (%)**	**EE (%)**	**N^L (%)**
2800	35,94	48,63	2,56	7,58
2900	34,79	48,29	2,91	7,91
3000	34,77	48,51	2,91	8,93
3100	34,21	50,54	2,88	9,80
Média	34,93	48,99	2,81	8,55
CV (%)	6,80	3,72	13,87	5,64
PROBABILIDADE	0,708	0,223	0,342	0,000

($p>0,05$) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear ($p\leq0,05$)

Para aves alojadas sob temperatura neutra constante (Tabela 8), não foram observados efeitos dos tratamentos sobre as porcentagens de extrato etéreo e proteína bruta, expressos na matéria seca, nos ovos. A porcentagem média observada para extrato etéreo foi de 36,47%, e para proteína bruta foi de 47,97%. Para aves alojadas sob estresse cíclico por calor (Tabela 9), também não foi constatada influência dos níveis de energia das dietas sobre os teores de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos, expressos na matéria seca; sendo obtidas médias de 34,93 e 48,99%, respectivamente, para estas características.

De acordo com as Tabelas 2 e 3, nota-se que o consumo de energia pelas aves alojadas sob condições de termoneutralidade ou de estresse cíclico por calor não foi alterado, significativamente, pelos níveis de energia. As aves mantiveram o teor de energia ingerida constante, assim como a qualidade interna dos ovos produzidos entre as aves dos quatro tratamentos experimentais (Tabelas 4 e 5). De acordo com o exposto, pode-se presumir que tanto as aves criadas sob conforto térmico quanto as aves sob estresse por calor, utilizaram de forma similar a energia ingerida, destinando proporções adequadas de energia para produção de ovos, e para a manutenção da qualidade física e bromatológica dos mesmos, pois os teores de extrato etéreo também não sofreram influência significativa.

A porcentagem de proteína bruta dos ovos, expressa na matéria seca (Tabelas 8 e 9), também não foi alterada de forma significativa pelos níveis de energia das dietas.

Avaliando-se os resultados obtidos para as excretas de aves criadas sob condições termoneutras (Tabela 8) ou sob estresse térmico cíclico por alta temperatura (Tabela 9), verifica-se que os teores de extrato etéreo não foram influenciados pelos níveis de energia metabolizável dos tratamentos, entretanto, a excreção de nitrogênio apresentou acréscimo linear com o aumento do nível energético da dieta. As representações gráficas e as equações de regressão encontram-se nas Figuras 8 e 9.

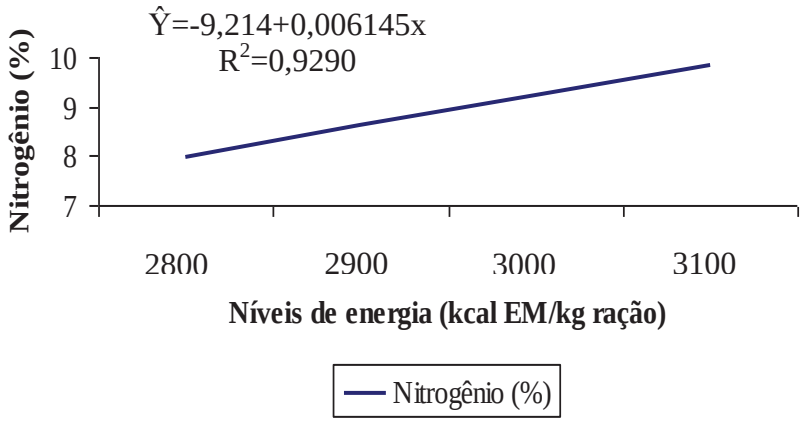


Figura 8. Porcentagem de nitrogênio estimada, expressa na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

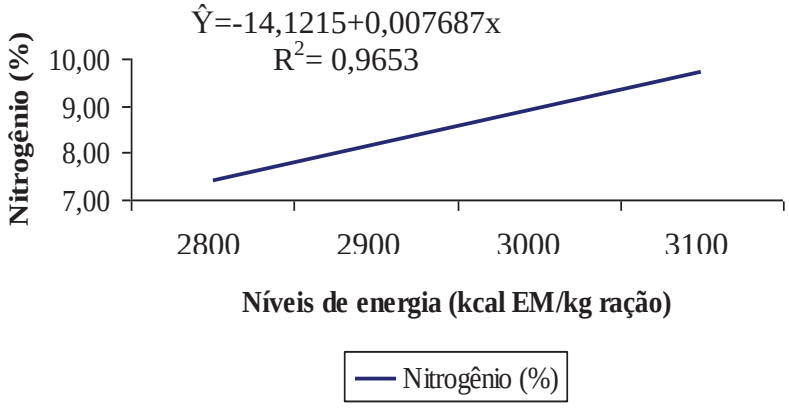


Figura 9. Porcentagem de nitrogênio estimada, expressa na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta.

Levando-se em consideração que não foram observadas alterações no consumo de proteína bruta pelas aves dos tratamentos experimentais (Tabelas 2 e 3), permitindo dizer que o ajuste efetuado entre níveis de nutrientes e teor energético utilizado nas rações foi eficiente, e também o fato de que houve efeito linear crescente para excreção de nitrogênio com o aumento dos níveis de energia da ração (Figuras 8 e 9), pode-se presumir que houve maior utilização da proteína ingerida por aves que receberam dieta contendo menor nível energético.

Deve-se salientar que a composição dos tratamentos experimentais (Tabela 1) apresentou níveis crescentes de proteína bruta (PB), devido aos ajustes efetuados para manter fixa a relação energia metabolizável:proteína bruta entre os tratamentos. Diante disso, pode-se considerar que houve menor excreção de nitrogênio por aves que receberam rações contendo teores inferiores de proteína bruta. O mesmo foi observado por Umigi (2009), que obteve redução na excreção de nitrogênio em codornas japonesas alimentadas com dietas contendo concentrações inferiores de proteína bruta, quando trabalhou com rações contendo seis níveis proteicos (17 a 22%). Entretanto, a autora verificou menores consumos de proteína bruta por aves que receberam dietas contendo menores níveis deste nutriente, o que não foi observado no presente estudo. Segundo Faria Filho (2006), um maior aproveitamento da proteína ingerida é normalmente observado em aves alimentadas com dietas contendo níveis inferiores de proteína, por

constituir-se em um ajuste metabólico que as aves realizam para melhor utilizar este nutriente quando o mesmo é fornecido em quantidades limitadas.

VARIAÇÃO DE PESO

As variações de peso das aves criadas sob condições de termoneutralidade e sob estresse cíclico por calor, são apresentadas nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

Tabela 10. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de energia metabolizável da dieta

ENERGIA (kcal/kg ração)	VARIAÇÃO DO PESO/AVE (g)
2800	3,81
2900	3,47
3000	4,60
3100	3,27
Média	3,79
CV (%)	35,89
PROBABILIDADE	0,455

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

De acordo com a Tabela 10, verifica-se que os níveis de energia metabolizável não influenciaram, de forma significativa, a variação do peso das aves durante o período experimental. As codornas apresentaram aumento médio de 3,79g no peso corpóreo vivo.

Dados semelhantes foram verificados por Costa et al. (2009), que trabalharam com dietas contendo três níveis de energia metabolizável para poedeiras comerciais, e não verificaram efeitos no ganho de peso das aves. A ausência de efeitos no peso corporal também foi verificada por Barreto et al. (2007), trabalhando com codornas japonesas e cinco níveis de energia na ração (2650, 2750, 2850, 2950 e 3050 kcal EM/kg).

Levando-se em consideração os resultados obtidos para desempenho, qualidade dos ovos e variação de peso das aves, pode-se afirmar que diante do ambiente a que foram submetidas, em condições de termoneutralidade, as aves dos tratamentos

consumiram quantidades adequadas e constantes de energia e nutrientes, que possibilitou o aporte necessário para mantença, produção e qualidade dos ovos, não sendo necessária a utilização de reservas corporais para suprir essas exigências.

Tabela 11. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de energia metabolizável da dieta

	VARIAÇÃO DO PESO/AVE (g)
ENERGIA (kcal/kg ração)	
2800	-3,34
2900	-3,42
3000	-4,60
3100	-3,61
Média	-3,74
CV (%)	41,42
PROBABILIDADE	0,561

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Conforme dados da Tabela 11, os níveis de energia metabolizável não influenciaram a variação de peso das aves, que apresentaram redução média de 3,74g no peso corpóreo vivo.

Levando-se em consideração os resultados de desempenho, qualidade dos ovos e variação de peso, pode-se afirmar que frente ao ambiente a que foram submetidas, sob estresse térmico por alta temperatura, as aves dos diferentes tratamentos consumiram quantidades constantes de energia e nutrientes, que possibilitaram bom aporte destes para as codornas. Entretanto, esse aporte não foi suficiente para evitar que as aves, de todos os tratamentos, utilizassem reservas corporais para suprir as exigências de mantença e produção, visto que houve perda de peso durante o período experimental. Maior exigência de mantença pode ocorrer em aves alojadas sob condições de estresse térmico por calor, conforme exposto no capítulo inicial desta tese.

CONCLUSÕES

Rações para codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade ou de estresse cíclico por calor, podem conter 2800 kcal EM/kg ração, correspondendo a

consumos médios de 77,90 e 72,13 kcal/ave/dia, respectivamente, para aves em condições termoneutras e em estresse por calor. Este nível de utilização não apresentou prejuízos sobre a produção e qualidade dos ovos e reduziu a excreção de compostos nitrogenados no ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahn DU, Kim SM, Shu, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. Poultry Science 1997, 76(6): 914-919.

Baião NC, Lara LJC. Oil and fat in broiler nutrition. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2005, 7(3):129-141.

Barreto SLT, Quirino BJS, Brito CO, Umigi RT, Araújo MS, Coimbra JSR, Rojas EEG, Freitas JF, Reis RS. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase final de postura. Revista Brasileira de Zootecnia 2007, 36(1):79-85.

Caires CM, Carvalho AP, Caires RM. Nutrição de frangos de corte em clima quente. Revista Eletrônica Nutritime 2008, 5(3):577-583.

Carioca ST, Guimarães Cruz FG, Matos PGJ, Maquiné LC, Chagas EO, Oliveira SC, Santos Filho AB. Influência dos níveis energéticos e protéicos em rações de poedeiras leves em Manaus. Archivos de Zootecnia 2010, 59(227):455-458.

Church DC, Pond WG. Basic Animal Nutrition and feeding. 3. ed. Zaragoza. 1988. 640p.

Cordeiro MD, Soares RTRN, Avila RP. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) na fase inicial de postura. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40; 2003; Santa Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. p.187-194.

Costa FGP, Quirino BJS, Givisiez PEN, Silva JHV, Almeida HHS, Costa JS, Oliveira CFS, Goulart CC. Poedeiras alimentadas com diferentes níveis de energia e óleo de soja na ração. Archivos de Zootecnia 2009, 58(223):405-411.

Dale NM, Fuller HL. Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. Dietary fat levels. Poultry Science 1979, 58:1529-1537.

Embrapa Pecuária Sudeste. Manual de laboratórios: solo, água, nutrição animal e alimentos. São Carlos (SP): ICT, 2005.

Faria DE, Junqueira OM, Sakomura NK, Santana AE. Influência de diferentes níveis de energia, vitamina D3 e relação sódio-cloro sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. Revista Brasileira de Zootecnia 2000. 29(2):467-475.

Faria Filho DE, Rosa PS, Figueiredo DF, Dahlke F, Macari M, Furlan RL. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 2006. 41 (1):101-106.

Ferreira DF. Programa Sisvar.exe. Sistema de Análises de Variância. Versão 3.04, 1998.

Freitas AC, Fuentes MFF, Freitas ER, Sucupira FS, Oliveira BCM. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. Revista Brasileira de Zootecnia 2005, 34(3):838-846.

Furlan RL, Macari M. Termorregulação. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2 ed. Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP; 2002, 375p.

Garcia EA, Pizzolante CC. Nutrição de codornas para postura. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL, I CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2004, Lavras. Anais... Lavras, UFLA, 2004, p. 65-76.

Garcia AR, Batal AB, Bakert DH. variations in the digestible lysine requirement of broiler chickens due to sex, performance parameters, rearing environment, and processing yield characteristics. Poultry Science 2006, 85:498-504.

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

Lopes IRV, Fuentes MFF, Freitas ER, Soares MB, Ribeiro PS. Efeito da densidade de alojamento e do nível de energia metabolizável da ração sobre o desempenho zootécnico e características dos ovos de codornas japonesas. Revista Ciência Agronômica 2006, 37(3):369-375.

Macari M, Furlan RL, Maiorka A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: Mendes, AA, Nãas, IA, Macari M. Produção de frangos de corte. Campinas (SP): FACTA, 2004. 356p.

Maiorka A, Dahlke F, Santin E, Kessler AM, Penz Jr AM. Effect of energy levels of diets formulated on total or digestible amino acid bases on broiler performance. Brazilian Journal of Poultry Science 2004. 6(2):87-91.

Menten JFM, Pedroso AA. Nutrição de aves em climas quentes. In: Silva IJO. Ambiência na produção de aves em clima tropical. 1 ed., Jaboticabal (SP): SBEA, FUNEP, v.1, 2001, 200p.

Moura GS, Barreto SLT, Donzele JL, Hosoda LR, Pena GM, Angelini MS. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável:nutrientes para codornas japonesas em postura. Revista Brasileira de Zootecnia 2008, 37 (9):1628-1633.

Moura GS, Barreto SLT, Lanna EAT. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. Revista Brasileira de Zootecnia 2010, 39(6):1266-1271.

Murakami AE, Moraes VMB, Ariki J, Junqueira OM, Kronka SN. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) em postura. Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia 1993, 22(4):541-551.

National Research Concil - NRC. Nutrient Requeriments of Poultry. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994, 156p.

Payne GC. Enviromental temperature and egg production – the physiology of the domestic fowl. Ed. Horton Smith, C. And Amoroso, E. C. Oliver and Boyd, Edingburgh: 235-241, 1967.

Peguri A, Coon C. Effect of temperature and dietary energy on layer performance. Poultry Science 1991, 70(1):126-138.

Pinto R, Ferreira AS, Albino LFT. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. Revista Brasileira de Zootecnia 2002, 32(5):1761-1770.

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

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed, Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

Saxena HC. Feeding problems in hot climate zones. Poultry Science 1984, 1(1):8-9.

Scott TA, Silversides FG. The effect of storage and strain of hen on egg quality. Poultry Science 2000. 79(12):1725-1729.

Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária (UFV), 2002. 235p.

Silva JHV, Costa FGP. Tabelas para codornas japonesas e européias. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 107 p.

Stadelman WJ, Cotterill OJ. Egg science and Technology. 3th. Food Products Prees, New York, 1990. 37p.

Stringhini JH, Mogyca NS, Café MB, Morais SRP, Rezende IR, Martins CL. Níveis de energia metabolizável e de metionina em rações para codornas (Coturnix coturnix japonica) em postura. Acta Scientiarum 1998, 20(3):407-411.

Umigi RT. Redução da proteína utilizando-se o conceito de proteína ideal e níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. 2009. 92 f. [Tese]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2009.

Yamane T, Ono K, Tanaka T. Energy requirements of laying japanese quail. British Poultry Science 1980, 21:451-455.

CAPÍTULO 3

NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA PARA RAÇÕES DE CODORNAS JAPONESAS EM PRODUÇÃO, ALOJADAS SOB CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E DE ESTRESSE CÍCLICO POR CALOR

RESUMO

Objetivou-se neste experimento avaliar níveis de proteína bruta para rações de codornas japonesas em postura, alojadas sob temperatura neutra e sob temperatura elevada. Para tanto, dois ensaios experimentais foram realizados. No primeiro ensaio, 360 codornas foram dispostas em câmara bioclimática com temperatura neutra e, no segundo ensaio, 360 aves foram alojadas em sala sob condições de estresse cíclico por calor. Cada ensaio compreendeu dois ciclos de 28 dias. As dietas utilizadas nos dois ensaios experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, sendo divididas em quatro tratamentos, de acordo com os níveis de proteína bruta a serem avaliados – 18, 20, 22 e 24%. Nos dois experimentos, foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições de 18 aves por gaiola, para cada tratamento. Em cada ensaio experimental, os resultados foram submetidos à análise de variância e os efeitos dos níveis de proteína bruta foram submetidos à análise de regressão, sendo que os graus de liberdade dos fatores foram desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico, para escolha do modelo que melhor descrevesse o comportamento dos dados. Para aves alojadas sob temperatura neutra, observou-se maior peso de ovos para aves alimentadas com 18% de proteína bruta. Aumentos lineares no consumo de proteína e na excreção de nitrogênio foram verificados com o aumento dos níveis de proteína bruta das rações. Efeito linear crescente foi verificado para cor de gema com a elevação dos níveis de proteína das rações. Para aves submetidas ao estresse cíclico por calor, observou-se redução linear no peso dos ovos com a elevação dos teores proteicos. A massa de ovos apresentou comportamento quadrático, sendo o menor valor observado para o nível estimado 22,18% de proteína bruta. Houve aumento linear no consumo de proteína bruta, na cor de gema e no teor de nitrogênio das excretas com a elevação dos teores protéicos das dietas. O nível de 18% de proteína bruta pode ser utilizado em rações para codornas japonesas em produção, alojadas sob condições neutras de temperatura ou sob estresse cíclico por calor, sem prejuízos sobre a produção e qualidade dos ovos, obtendo-se menor excreção de resíduos nitrogenados no ambiente.

Palavras-chave

estresse térmico, produção de ovos, qualidade de ovos, zona de conforto térmico

ABSTRACT

Two trials were carried out to avaluate levels of crude protein in diets for Japanese quails during the laying phase housed under neutral and high temperature. In the first trial, 360 quails were arranged in a bioclimatic chamber with neutral temperature and, in the second trial, 360 birds were housed in a room under conditions of cyclic heat stress. Each test comprised two cycles of 28 days. The diets used in both experiments were formulated based on corn and soybean meal, divided into four treatments, according to the tested levels of crude protein - 18, 20, 22 and 24%. In both experiments, a randomized block design with five replications of 18 birds per cage for each treatment was used. In each experimental trial, the results were submitted to analysis of variance and the effects of crude protein were subjected to regression analysis, the degrees of freedom of the factors were deployed in linear, quadratic and cubic effects to choose the model that best described the behavior of the data. In the thermo neutral temperature birds fed 18% of crude protein had the higher egg weight. Linear increases in protein intake and nitrogen excretion were verified with the elevated of crude protein levels in the diet. Crescent linear effect was observed for yolk color with the increase of crude protein levels in the diets. For birds subjected to cyclic heat stress, there was a linear reduction in egg weight with the elevated of protein levels. The egg mass showed a quadratic behavior and quails receiving 22.18% of crude protein had the lowest values. There was a linear increase in crude protein intake, yolk color and nitrogen excretion with the elevation of crude protein levels in diets. The level of 18% of crude protein can be used in diets for productive Japanese quails housed under neutral conditions or cyclic heat stress without losses of egg production and quality, assuming lower excretion of nitrogenous compounds in the environment.

Keywords: egg production, egg quality, heat stress, thermal comfort zone

INTRODUÇÃO

A nutrição representa cerca de 60 a 85% do custo de produção (Flauzina, 2007). Dentre os componentes da ração, o que se destaca, tanto em termos de custo como em termos de importância para o desenvolvimento produtivo dos animais, é a proteína. Esta tem papel fundamental no organismo, atuando na reparação e construção de tecidos, formando enzimas, hemoglobina, certos hormônios, colágeno dos ossos, tendões e pele. Regulam a contração muscular, produção de anticorpos e a expansão e contração dos vasos sanguíneos para manter a pressão normal (Flauzina, 2007).

Além dessas funções, a proteína possui importância fundamental também sob o aspecto produtivo dos animais. Em poedeiras, a produção e o tamanho dos ovos são dependentes da ingestão diária de proteínas (Sakomura et al., 2002).

O nível de proteína na dieta é importante devido à grande quantidade necessária, deste nutriente, para a formação do material da gema e, especialmente, do albúmen do ovo. Uma vez que a habilidade das poedeiras em estocar proteína é limitada, além de o tamanho do ovo ser altamente dependente da sua ingestão diária, torna-se imprescindível que níveis de proteína e o consumo de ração sejam adequados para atingir a produção de ovos desejada (Pesti, 1991).

Em relação à utilização de níveis adequados de proteína bruta na dieta de aves, muitos são os fatores que influenciam as exigências desses animais, como a composição da dieta (Nieto et al., 1995), sexo (Longo et al., 2006), metodologia experimental (Filardi et al., 2000), idade (Silva et al., 2004ab), aptidão produtiva e genótipo (Albino et al., 1994; Sakomura et al., 2002; Lopez & Leeson, 2005) e temperatura ambiental (Rabello et al., 2004).

Levando-se em consideração o fator temperatura ambiente, de acordo com Murakami et al. (1993), a formulação de rações para codornas baseia-se, principalmente, em dados estrangeiros pouco condizentes com as condições de manejo e de temperatura brasileiras, podendo comprometer dados de produtividade.

Além disso, deve-se atentar para o fato de que estas aves passam por processos constantes de melhoramento genético, seja para produção de ovos ou de carne. Por isso, os valores tabelados não devem ser tomados como estáticos e devem ser alvo de constante verificação e atualização por nutricionistas (Villela, 1998).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar níveis de proteína bruta para rações de codornas japonesas em produção, alojadas sob temperatura neutra e sob estresse cíclico por calor, de modo a determinar um nível que otimize a produção e a qualidade dos ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois ensaios experimentais foram realizados na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Campus Botucatu, na Câmara Bioclimática. Os ensaios foram efetuados de forma independente, porém simultaneamente. Para tanto, duas câmaras bioclimáticas foram utilizadas, sendo uma para cada ensaio experimental. As salas possuíam dimensões de 4,30 m de comprimento por 4,50 m de largura e 2,60 m de altura. Cada câmara contou com duas baterias de gaiolas, sendo a capacidade de cada uma para 180 aves. As baterias foram compostas por cinco andares, com duas gaiolas por andar, sendo suas dimensões de 100 cm de comprimento por 34 cm de largura e 16 cm de altura. As gaiolas foram equipadas com comedouros lineares galvanizados, e bebedouros tipo nipple. A densidade de alojamento utilizada, em cada ensaio experimental, foi de 188,93 cm^2/ave.

Para o ensaio 1, foram utilizadas 360 codornas com 147 dias de idade ao início do experimento. Essas aves foram dispostas em câmara com temperatura neutra constante (23ºC ± 2ºC), para determinação do nível de proteína bruta a ser utilizado em rações para codornas alojadas sob condições de termoneutralidade.

Para o ensaio 2, também foram utilizadas 360 aves com 147 dias de idade ao início do experimento, entretanto, estas codornas foram alojadas em câmara com temperatura elevada durante o dia (33ºC ± 2ºC) e temperatura ambiente durante a noite, para determinação do nível de proteína bruta a ser utilizado em rações para codornas alojadas sob condições de estresse por calor.

A temperatura das salas foi controlada por meio de aquecedores acoplados a um termostato elétrico e através da utilização de ar condicionado, dotado de controle automático de temperatura. A renovação e movimentação do ar foram efetuadas por exaustores axiais de parede. As temperaturas e umidades relativas do ar, de cada ensaio experimental, foram monitoradas por termohigrômetros digitais de máxima e mínima,

pela manhã e ao final da tarde. No ensaio nº 2, o estresse térmico imposto às aves foi cíclico, sendo os aquecedores ligados diariamente às 9h00 e desligados às 17h30.

O delineamento experimental utilizado, nos dois ensaios, foi o de blocos ao acaso, sendo cada andar das baterias considerado um bloco experimental. Cinco repetições de 18 aves por gaiola foram utilizadas, para cada tratamento/ensaio.

As dietas experimentais (Tabela 1), utilizadas nos dois ensaios, foram formuladas com base nas composições dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005), e os níveis nutricionais seguiram as indicações dos dois primeiros ensaios efetuados no experimento referente aos teores de energia metabolizável. Dessa forma, as rações foram formuladas com 2800 kcal EM/kg ração e os níveis de aminoácidos, cálcio e fósforo disponível, de cada tratamento, foram ajustados de acordo com o nível de energia utilizado, mantendo os ajustes efetuados no experimento anterior. Os tratamentos foram divididos de acordo com os níveis de proteína bruta a serem avaliados: 18, 20, 22 e 24%.

Cada ensaio experimental teve duração total de 56 dias, compreendendo dois ciclos de 28 dias. O programa de luz utilizado, em ambos os ensaios, foi o de 17 horas diárias e, durante todo o período dos estudos, as aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar, sendo fornecidas água e ração “ad libitum”. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais.

Ingredientes	**Proteína Bruta (%)**			
	18	**20**	**22**	**24**
Milho	62,152	60,573	56,397	51,199
Farelo de soja	21,273	28,192	29,031	27,434
Farinha de carne e ossos (40%)	3,562	3,647	3,590	3,480
Farelo de trigo	6,953	1,914	1,965	4,054
Protenose ® (60%)	-	-	3,519	8,352
Calcário calcítico	4,818	4,764	4,779	4,821
Metionina	0,186	0,135	0,059	-
Lisina	0,247	0,055	-	-
Treonina	0,149	0,060	-	-
Suplemento vitamínico-mineral(1)	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal	0,350	0,350	0,350	0,350
BHT(2)	0,010	0,010	0,010	0,010
Total (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00
	Composição calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800
Proteína Bruta	18	20	22	24
Cálcio (%)	2,41	2,41	2,41	2,41
Fósforo disponível (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Metionina + Cistina dig. (%)	0,68	0,68	0,68	0,71
Metionina dig. (%)	0,44	0,41	0,38	0,38
Lisina dig. (%)	0,97	0,97	0,97	0,97
Pigmentantes(3) (mg/kg)	621,52	605,73	1839,61	3539,59

[1] Conteúdo/kg de ração: Vit. A - 7.000 U.I.; Vit. D3 – 2.000 U.I.; Vit. E – 50,00 U.I.; Vit. B2 – 3 mg; Ác. Pantotênico - 5 mg; Vit. K3 – 1,6 mg; Vit. B12 – 8 µg; Niacina – 20 mg; Colina – 234,36 mg; Selênio – 0,2 mg; Manganês – 70 mg; Ferro – 50 mg; Cobre – 8 mg; Zinco – 50 mg; Iodo – 1,2 mg; Bacitracina de Zinco – 20 mg; Veículo q.s.p. - 1000 g.

[2] Antioxidante - Butil Hidroxi Tolueno.

[3] Soma dos teores médios de pigmentantes do milho e da Protenose® (xantofilas e cantaxantina)

Foram avaliados o desempenho, a qualidade e os teores de sólidos totais, extrato etéreo e proteína bruta dos ovos, os teores de nitrogênio das excretas e a variação de peso das aves, alojadas sob condições termoneutras (ensaio 1) e sob estresse cíclico por calor (ensaio 2).

O desempenho foi analisado através dos índices de consumo de ração, de energia metabolizável e de proteína bruta, porcentagem de postura, porcentagem de ovos íntegros, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos produzidos.

A qualidade interna e externa dos ovos foi avaliada pelos índices de gravidade específica, porcentagens de gema, albúmen e casca, espessura da casca, resistência da casca à quebra e cor de gema.

Ao final de cada ciclo de 28 dias, o teor de sólidos totais dos ovos foi analisado e ao final de 56 dias, foram avaliados os teores de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos, expressos em 100% de matéria seca, a concentração de nitrogênio nas excretas das aves, também expressa em 100% de matéria seca, e a variação do peso das aves, para estimar possíveis rotas de utilização da energia e proteína ingerida pelas aves.

As coletas de dados e as metodologias empregadas durante as avaliações das características mencionadas acima foram idênticas aos procedimentos efetuados nos dois primeiros ensaios experimentais da presente tese, referente ao Capítulo 2, sobre níveis de energia metabolizável.

A análise estatística dos resultados foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR, de acordo com Ferreira (1998). Em cada ensaio experimental, os dados referentes às características avaliadas, dentro dos tratamentos utilizados, foram submetidos à análise de variância (5% de significância) e os efeitos dos níveis de proteína bruta foram submetidos à análise de regressão, sendo que os graus de liberdade dos fatores foram desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico, para escolha do modelo que melhor descrevesse o comportamento dos dados.

Para análise estatística da variação de peso das aves, foi efetuado inicialmente um ajuste fixo nas médias observadas, para que as mesmas fossem moduladas por uma distribuição normal. Somente após a realização desse ajuste, foi possível submeter os dados obtidos à análise de variância (5% de significância) e, os efeitos dos níveis de proteína bruta à análise de regressão, sendo os graus de liberdade dos fatores desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR

As médias de temperatura mínima e máxima, registradas durante o período experimental do ensaio 1 (temperatura neutra), foram respectivamente, 21,7 e 23,5ºC, com média de 22,6ºC. As médias de umidade relativa do ar mínima e máxima foram, respectivamente, 48,5 e 58,1%, com média de 53,3%.

Na sala mantida sob condições de alta temperatura (ensaio 2), as médias de temperatura máxima, durante o dia e a noite, foram de 33,8 e 29,6ºC, respectivamente. Já as médias de temperatura mínima, durante o dia e a noite, foram de 30,6 e 23,8ºC, respectivamente. As médias de umidade relativa do ar mínima e máxima foram, respectivamente de 54,3 e 71,3%, com média de 62,8%.

DESEMPENHO

Os dados referentes às características de desempenho das aves mantidas sob condições de termoneutralidade são apresentados na Tabela 2. Na Tabela 3, encontram-se os resultados de desempenho para codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor.

Tabela 2. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia), porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	CR (g)	CEM (kcal)	CPB^{L} (g)	POST (%)	OINT (%)	PO^{L} (g)	MO (g)	CA/dz	CA/kg
18	27,86	78,01	5,02	82,28	99,69	10,54	8,67	0,41	3,24
20	27,74	77,69	5,55	84,13	99,67	10,19	8,58	0,40	3,25
22	25,55	71,55	5,62	82,68	99,62	9,96	8,24	0,37	3,11
24	25,89	72,50	6,21	82,28	99,44	10,00	8,25	0,38	3,17
Média	26,76	74,94	5,60	82,84	99,60	10,17	8,43	0,39	3,19
CV (%)	5,84	5,84	5,84	4,79	0,30	2,52	5,34	6,73	7,24
PROBABILIDADE	0,061	0,061	0,000	0,863	0,567	0,011	0,341	0,102	0,754

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

Tabela 3. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia), porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	CR (g)	CEM (kcal)	CPB^{L} (g)	POST (%)	OINT (%)	PO^{L} (g)	MO^{Q} (g)	CA/dz	CA/kg
18	26,68	74,69	4,80	84,74	99,55	10,11	8,57	0,38	3,12
20	23,94	67,04	4,79	81,53	99,70	9,83	8,02	0,35	2,99
22	24,49	68,57	5,39	80,59	99,61	9,70	7,82	0,37	3,15
24	23,85	66,78	5,72	84,75	99,72	9,39	7,96	0,34	3,01
Média	24,74	69,27	5,18	82,90	99,64	9,76	8,09	0,36	3,07
CV (%)	7,84	7,84	7,31	3,80	0,28	2,62	3,96	8,66	6,90
PROBABILIDADE	0,114	0,114	0,003	0,111	0,732	0,004	0,011	0,210	0,550

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

^{L} Efeito linear (p≤0,05)

^{Q} Efeito quadrático (p≤0,05)

Efeitos dos níveis de proteína bruta foram observados no peso dos ovos e no consumo de proteína bruta pelas aves do primeiro ensaio experimental, alojadas sob temperatura neutra. Em relação às aves do segundo ensaio, alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, foi observada influência significativa dos teores proteicos das rações sobre o peso e massa de ovos e sobre o consumo de proteína bruta.

De acordo com as Tabelas 2 e 3, as aves não apresentaram alterações significativas quanto aos consumos de ração e de energia metabolizável. As médias para consumo de ração foram de 26,76 e 24,74 g/ave/dia, respectivamente, para codornas criadas sob condições de termoneutralidade e sob estresse por calor. Já as médias obtidas para ingestão de energia metabolizável foram de 74,94 e 69,27 kcal/ave/dia, respectivamente, para estas mesmas aves.

Tais resultados concordam com dados relatados por Freitas et al. (2005), que também não verificaram efeitos dos níveis de proteína das rações (16, 18, 20 e 22%) nos consumos de ração e de energia metabolizável por codornas japonesas. Resultados semelhantes foram obtidos também por Umigi (2009), que não observou alterações dos teores proteicos sobre o consumo de ração de codornas japonesas, obtendo ingestão média de 25,71g/ave/dia.

Entretanto, informações contrárias às do presente estudo, foram constatadas por Garcia et al. (2005). Os autores detectaram maior consumo de ração por aves que receberam dietas contendo 18 e 20% de proteína bruta, quando comparadas às aves que foram alimentadas com 16% deste nutriente. Ribeiro et al. (2003) relataram maior consumo de ração em aves alimentadas com dietas contendo 23% de proteína bruta, quando avaliaram a utilização de 20 e 23% deste nutriente em dietas para codornas japonesas.

Segundo Costa et al. (2004), o consumo de ração não é necessariamente controlado pelo nível proteico da dieta, porém Baker (1993) afirma que ocorre aumento no consumo alimentar de aves alimentadas com rações contendo baixo nível de proteína bruta. Segundo Chwalibog & Baldwin (1995), o nível energético é o principal determinante do consumo de ração, entretanto, quando o conteúdo proteico da dieta é menor do que a exigência, as aves tendem a aumentar o consumo para compensar, principalmente, o menor conteúdo de aminoácidos ingeridos.

Analisando-se o exposto por Chwalibog & Baldwin (1995) referente à influência do nível energético das rações sobre o consumo de ração e levando-se em consideração que as codornas modificam o consumo de alimento para suprirem suas exigências em energia (Garcia & Pizzolante, 2004; Baião & Lara, 2005), pode-se justificar a ausência de alterações nos consumos de ração e de energia metabolizável, visto que as aves receberam igual quantidade de energia entre os tratamentos, não sendo necessário ajustar o consumo de alimento para manter constante a ingestão de energia. A utilização de 2800 kcal EM/kg ração proporcionou ingestão constante de alimento e energia metabolizável pelas aves dos diferentes tratamentos, sendo que as médias observadas para o consumo de energia (74,94 e 69,27 kcal EM/ave/dia) encontram-se próximas à recomendação de Murakami et al. (1993) para uma ótima produção de ovos (70,5 kcal/ave/dia).

A ausência de efeitos da proteína da dieta sobre o consumo de ração é verificada na literatura através de inúmeros trabalhos (Aboul-Ela et al., 1992; Capelloci et al., 2004; Umigi, 2009; Carioca et al., 2010; Silva et al., 2010).

O consumo de proteína bruta, pelas aves dos dois ensaios experimentais, aumentou linearmente com a elevação dos níveis de proteína da dieta. As representações gráficas e as equações de regressão são apresentadas nas Figuras 1 e 2.

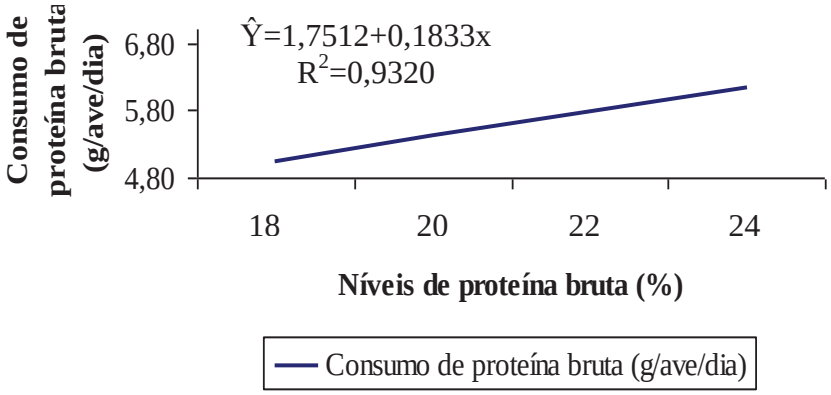


Figura 1. Consumo estimado de proteína bruta de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta.

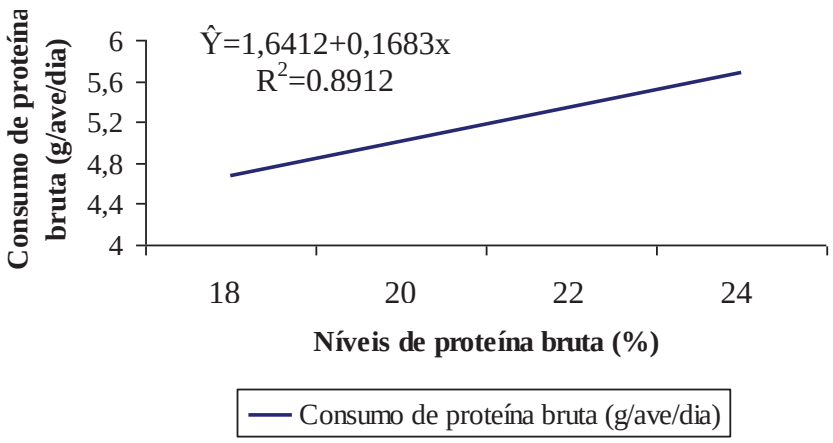


Figura 2. Consumo estimado de proteína bruta por codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta.

Tais resultados concordam com dados observados na literatura, referentes ao consumo de proteína bruta, em virtude de alterações nas concentrações deste nutriente na dieta (Umigi, 2009; Silva et al., 2010; Abdel Azeem, 2011).

Chwalibog & Baldwin (1995) e Freitas et al. (2005) apontam o nível de energia da dieta como sendo o fator determinante do consumo de ração pelas aves. Dessa forma, enfatiza-se novamente que as aves ajustam a quantidade de alimento ingerido para satisfazer suas necessidades em energia metabolizável, mantendo o consumo de energia constante entre níveis ofertados às aves (Garcia & Pizzolante, 2004; Freitas et al., 2005; Lopes et al. 2006). O mesmo não ocorre em relação às proteínas. Segundo Costa et al. (2004), o consumo de ração não é necessariamente controlado pelo nível proteico da dieta, ou seja, as aves não ajustam o consumo para satisfazer suas necessidades em proteínas, podendo ocorrer uma ingestão adequada, deficiente ou excessiva de proteína bruta, em decorrência do nível proteico da dieta.

No presente estudo, aves criadas sob condições de termoneutralidade ou sob estresse por calor, não apresentaram alterações significativas decorrentes dos teores proteicos utilizados nas dietas, sobre o consumo de alimento. Além disso, verificou-se que para um mesmo nível energético da dieta (2800 kcal EM/kg ração), conforme o

nível proteico das rações foi aumentado, o consumo de proteína bruta pelas aves também aumentou, confirmando as suposições de Costa et al. (2004).

A porcentagem de postura das aves criadas sob condições de termoneutralidade e sob estresse cíclico por calor não sofreu influência dos teores de proteína das dietas e, as médias obtidas para esta variável, na sala termoneutra (Tabela 2) e na sala sob alta temperatura (Tabela 3), foram de 82,84 e 82,90% respectivamente. Já as médias observadas para porcentagem de ovos íntegros foram de 99,60 e 99,64%, respectivamente, para aves alojadas sob temperatura neutra e sob estresse cíclico por calor.

A ausência de efeitos dos tratamentos sobre a taxa de postura concorda com dados de Freitas et al. (2005), que avaliaram quatro níveis de proteína bruta para dietas de codornas em produção (16, 18, 20 e 22%) e não observaram influência destes teores na porcentagem de postura. Capelloci et al. (2004) também não verificaram efeitos na taxa de postura de codornas, quando avaliaram quatro teores proteicos na dieta dessas aves (18, 20, 22 e 24%).

Entretanto, Garcia et al. (2005) observaram alterações sobre a porcentagem de postura de codornas japonesas, quando avaliaram rações contendo três níveis de proteína bruta (16, 18 e 20%). Os autores obtiveram menor produção de ovos com a utilização de 16% do nutriente nas dietas. Ri et al. (2005) também detectaram redução na taxa de postura de codornas com a utilização de níveis inferiores de proteína bruta na dieta, quando avaliaram teores de 16 a 26%.

Segundo Sakomura et al. (2002), a produção de ovos é dependente da ingestão de proteínas pelas aves e não existe um consenso na literatura sobre o melhor nível proteico a ser utilizado, em rações de codornas japonesas ou poedeiras comerciais, para que a máxima produção de ovos seja alcançada. Isso ocorre, provavelmente, em função de diferenças de metodologias de pesquisa, idade das aves, espécies envolvidas, entre outros fatores.

Em relação à porcentagem de ovos íntegros, que são destinados à comercialização, é possível que, entre outros fatores, a utilização de 2,41% de cálcio nas dietas experimentais, mesmo que abaixo das recomendações do NRC (1994) de 2,5%, tenha mantido a qualidade da casca, favorecendo a alta porcentagem de ovos íntegros

observada. A idade da ave, temperatura do galpão, estrutura das gaiolas, tipo de material utilizado na confecção das gaiolas e frequência de coleta dos ovos, também são fatores que podem reduzir a perda de ovos (Hamilton, 1982).

Houve redução linear no peso dos ovos com o aumento dos níveis de proteína nas dietas de aves alojadas sob condições de termoneutralidade e sob condições de estresse cíclico por calor. As representações gráficas e as equações de regressão podem ser observadas nas Figuras 3 e 4.

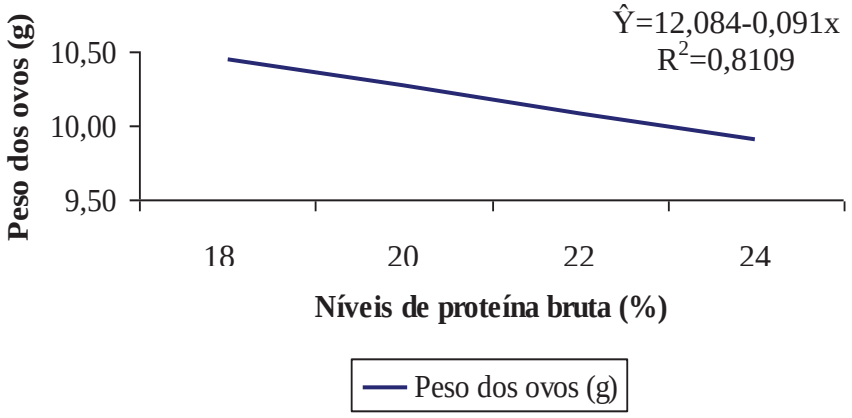


Figura 3. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta.

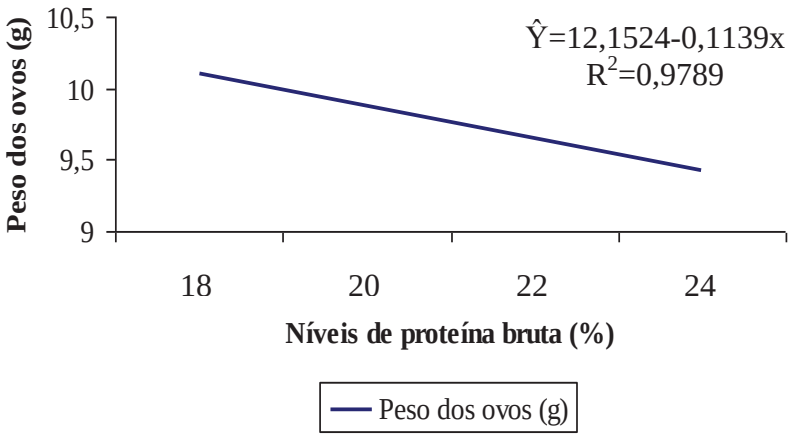


Figura 4. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta.

De acordo com as equações de regressão, das Figuras 3 e 4, o nível de 18% de proteína bruta proporcionou os maiores pesos estimados dos ovos, que foram de 10,45 e 10,10g, respectivamente para aves alojadas sob temperatura neutra constante e sob estresse cíclico por alta temperatura.

Segundo Sakomura et al. (2002), além da produção dos ovos, o peso também sofre influência da ingestão de proteínas. Trabalhos que observaram influência dos níveis de proteína bruta da ração sobre o peso dos ovos são observados na literatura. Entretanto, muitos deles indicam que a redução dos níveis de proteína proporciona menores pesos médios de ovos, o que não ocorreu neste estudo, em nenhum dos ensaios efetuados. Abdel-Azeem (2011) avaliou quatro níveis de proteína bruta na dieta de codornas (14, 16, 18 e 20%) e obteve menor peso de ovos com a utilização do menor nível proteico nas dietas. Este nível também proporcionou o menor consumo de proteína bruta pelas aves, 4,09g/ave/dia, o que poderia justificar a redução observada no peso dos ovos. Freitas et al. (2005) trabalhando com codornas e teores de proteína que variaram de 16 a 22%, observaram produção de ovos com peso inferior com a utilização de 16% de proteína bruta nas dietas, nível este que proporcionou também a menor ingestão de proteína pelas aves, 3,89g/ave/dia.

De acordo com os trabalhos citados, quanto maior o nível de proteína bruta das dietas, maior peso dos ovos é verificado, concordando com Soares et al. (2003) quando relataram que para produção de ovos maiores, as codornas devem ingerir maior quantidade de proteína na dieta.

Entretanto, Umigi (2009) não verificou diferenças dos teores de proteína da dieta (17 a 22%) no peso de ovos de codornas japonesas, embora as mesmas tenham apresentado consumos diferenciados de proteína bruta entre os tratamentos. Aves que receberam rações contendo 17% de proteína bruta tiveram consumo de 4,27g/ave/dia, as que receberam 18% apresentaram ingestão de 4,60g/ave/dia e para 19% o consumo foi de 4,84g/ave/dia. Os níveis de 20 e 21% apresentaram ingestão semelhante de proteína bruta pelas aves, com médias de 5,17 e 5,38g/ave/dia, respectivamente, e o consumo das aves que foram arraçoadas com dietas contendo 22% deste nutriente, foi o maior observado, de 5,64g/ave/dia. Além deste trabalho, outros autores também verificaram a

ausência de efeitos dos teores proteicos da ração sobre o peso dos ovos (Capelloci et al., 2004; Costa et al. 2004; Carioca et al., 2010; Li et al., 2011).

Discordando dos resultados de pesquisa citados, no presente estudo, os maiores pesos foram observados em ovos produzidos por codornas que receberam dietas contendo o menor nível de proteína bruta e que ingeriram menor quantidade deste nutriente (Figuras 1 e 2), tanto para aves alojadas sob condições de termoneutralidade como para aves sob estresse cíclico por calor.

De acordo com Skalan & Plavinic (2002), as rações para aves devem ser formuladas para fornecer aminoácidos suficientes para a síntese proteica, sendo que o excesso destes, oriundo de um excesso de proteína da dieta, pode resultar em queda na eficiência de utilização e aumento da exigência de aminoácidos essenciais. Isso ocorre pelo fato do excesso de proteína ser catabolizado na forma de ácido úrico. Esse processo tem um alto custo energético. Estima-se que, para incorporar um aminoácido na cadeia proteica, gastam-se em torno de quatro mols de ATP e para excretar um aminoácido, são gastos de seis a 18 mols de ATP, dependendo da quantidade de nitrogênio do aminoácido. Dessa forma, a ave gasta considerável quantidade de energia para eliminar excessos de nitrogênio/aminoácidos; energia esta que deveria ser utilizada para mantença e produção.

Além disso, levando-se em consideração as aves que foram alojadas sob condições de estresse térmico por alta temperatura, presume-se que o fornecimento de dietas com alto teor de proteína pode ter influenciado negativamente a formação dos ovos, visto que a proteína é um nutriente com alto incremento calórico e que gera maior produção de calor metabólico, o que em aves sob estresse por calor é prejudicial para o desempenho.

Nesse contexto, pode-se inferir que o nível de 18% de proteína bruta, que correspondeu aos consumos estimados de 5,05 e 4,67g de proteína/ave/dia, respectivamente para aves alojadas sob temperatura neutra constante e sob estresse cíclico por calor, tenha suprido as exigências em aminoácidos para formação dos ovos, apresentando ainda melhor eficiência de utilização da proteína ingerida, nesta pesquisa.

Em relação à massa de ovos, não foi verificada influência dos níveis de proteína das dietas sobre esta característica, para aves alojadas sob condições de

termoneutralidade, obtendo-se média de 8,43 g/ave/dia. Entretanto, a massa de ovos das aves alojadas sob estresse cíclico por calor, apresentou comportamento quadrático e a representação gráfica, juntamente com a equação de regressão encontram-se na Figura 5.

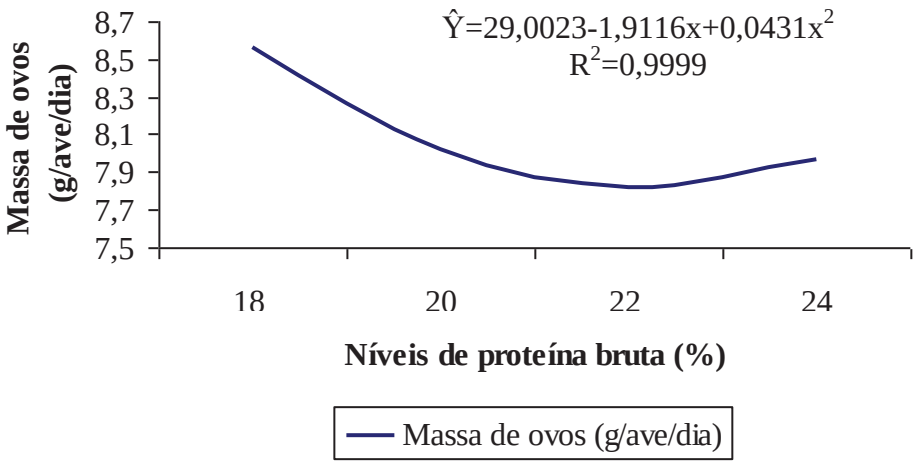


Figura 5. Massa estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta.

A ausência de efeitos dos níveis de proteína das dietas sobre a massa de ovos, observada para codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, corrobora com Umigi (2009), que não observou diferenças na massa de ovos produzidos por codornas alimentadas com teores proteicos variando de 17 a 22%, e que também apresentaram consumos de proteína alterados pelos níveis avaliados. Capelloci et al. (2004) estudaram a utilização de 18, 20, 22 e 24% de proteína bruta para dietas de codornas japonesas e também não verificaram influência dos tratamentos sobre a massa de ovos. Entretanto, Freitas et al. (2005) observaram aumento linear na massa de ovos com o acréscimo de proteína bruta (PB) nas dietas (16 a 22%). Estes autores também observaram aumento linear para a ingestão de proteína pelas aves, obtendo-se consumo médio de 3,89g/ave/dia com a utilização de 16% de PB e ingestão média de 5,28g/ave/dia com o maior nível de proteína das rações (22%), e isto pode ter proporcionado as alterações verificadas sobre a massa de ovos.

Levando-se em consideração os dados da Tabela 2, e baseando-se nos fatos de que a massa de ovos é obtida a partir dos dados de produção e peso médio dos ovos, e que não foram observadas diferenças significativas para porcentagem de postura, presume-se que o efeito significativo observado para peso dos ovos, não tenha contribuído, estatisticamente, sobre a massa dos mesmos. Em valores absolutos, houve tendência de redução na massa dos ovos, com o aumento dos níveis de proteína bruta das dietas.

Analisando-se a Figura 5, referente às codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, verifica-se que a menor massa foi obtida com o nível estimado de 22,18% de proteína bruta na dieta.

Resultados significativos de teores de proteína bruta em rações sobre a massa de ovos são observados na literatura. Entretanto, como pôde ser observado na citação efetuada anteriormente, dos pesquisadores Freitas et al. (2005), estes dados geralmente relatam efeitos lineares crescentes do acréscimo nos níveis de proteína bruta da ração sobre a variável, que segue a tendência observada para peso dos ovos.

Abdel Azeem (2011) observou aumento na massa de ovos conforme o teor de proteína bruta da dieta de codornas japonesas foi elevado (14 a 20%). Provavelmente esse resultado tenha ocorrido em função do aumento verificado na ingestão de proteína bruta pelas aves, assim como ocorreu com Freitas et al. (2005). Garcia et al. (2005) também verificaram efeitos dos níveis protéicos avaliados (16, 18 e 20%) sobre a massa de ovos de codornas japonesas. Os autores observaram menor massa de ovos produzida, quando utilizaram o menor teor de proteína bruta na dieta, que correspondeu também ao menor consumo de proteína pelas aves, obtendo-se média de 3,91g/ave/dia.

Entretanto, os resultados verificados no presente estudo, indicam influência negativa de índices mais elevados de proteína bruta na dieta até atingir o nível estimado de 22,18%. Após este nível, pode-se observar pequeno aumento na massa de ovos decorrente, provavelmente, de influência ocasionada pelo maior valor absoluto observado para porcentagem de postura ao nível de 24% de proteína bruta na dieta. O cálculo da massa dos ovos é efetuado através dos índices de peso dos ovos e porcentagem de postura, justificando assim, a influência da taxa de produção, mesmo

que em valor absoluto, sobre os resultados de massa, para aves alojadas sob estresse cíclico por calor.

As conversões alimentares por dúzia (CA/dz) e por massa de ovos (CA/kg) não sofreram influência dos tratamentos avaliados, nos dois ensaios experimentais.

Para codornas alojadas sob temperatura neutra constante, foram obtidas médias de 0,39 e 3,19, respectivamente, para CA/dz e CA/kg. Já aves sob condições de estresse cíclico por alta temperatura, apresentaram médias de 0,36 e 3,07, respectivamente, para as mesmas características.

A ausência de efeitos dos níveis de proteína da dieta sobre as conversões por dúzia e por massa de ovos de aves alojadas sob condições de termoneutralidade é justificável, visto que também não houve influência dos tratamentos sobre a porcentagem de postura, massa de ovos e consumo de ração.

Seguindo o mesmo raciocínio, justifica-se a ausência de efeito dos níveis proteicos das rações sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos por aves alojadas sob estresse por calor, uma vez que os resultados obtidos para porcentagem de postura e consumo de ração também não apresentaram alterações significativas e as três variáveis estão correlacionadas. Já a conversão alimentar por massa de ovos apresentada por estas aves, seguiu a tendência observada para o consumo de ração, podendo-se presumir que as diferenças significativas observadas sobre a massa de ovos não foram suficientes para alterar, de forma efetiva, a conversão por massa.

Na literatura é possível verificar trabalhos que relatam a ocorrência de efeitos dos teores proteicos das dietas sobre as conversões alimentares por dúzia e por massa de ovos produzidos, assim como informações a respeito da ausência de alterações efetivas sobre esses parâmetros.

Murakami et al. (1993), Garcia et al. (2005) e Umigi (2009) não constataram diferenças decorrentes das concentrações de proteína das dietas na conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos. A ausência de efeitos dos teores proteicos da dieta também foi observada sobre a conversão alimentar por massa de ovos. Segundo Silva et al. (2010), não foram constatadas alterações sobre a conversão alimentar por massa de ovos, quando os autores avaliaram quatro níves de proteína (12 a 18%) em dietas de

poedeiras comerciais. Freitas et al. (2005) avaliaram níveis proteicos na dieta de codornas (16 a 22%), e não detectaram alterações sobre a CA/kg de ovos. Capelloci et al. (2004) também não verificaram influência do teor de proteína das dietas sobre a conversão por massa de ovos de codornas japonesas.

Entretanto Carioca et al. (2010), avaliando três níveis de proteína bruta para poedeiras comerciais (15, 16 e 17%) constataram melhor conversão alimentar por dúzia para o nível de 17% de proteína bruta e redução linear sobre a conversão alimentar por massa de ovos com o aumento dos teores de proteína da dieta, mesmo que não tenham ocorrido diferenças no consumo de ração, massa de ovos e porcentagem de postura. Shrivastav et al. (1993) obtiveram pior conversão alimentar com a utilização de 16% de proteína bruta na dieta de codornas japonesas, quando avaliaram níves deste nutriente que variaram de 16 a 25%.

Manejo, metodologias de pesquisa, amplitude de níveis avaliados, ingredientes utilizados na formulação e seus teores, temperatura ambiente, entre outros fatores, podem influenciar os resultados de conversão alimentar, tornando difícil uma padronização do melhor nível proteico a ser utilizado, para maximizar a eficiência alimentar das aves.

QUALIDADE INTERNA DOS OVOS

Os dados de qualidade interna dos ovos produzidos por aves alojadas sob condições de termoneutralidade são observados na Tabela 4. Na Tabela 5, encontram-se os resultados de qualidade interna dos ovos produzidos por codornas criadas sob estresse cíclico por calor.

Tabela 4. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	ALB (%)	GEM (%)	CORGE^{L}	SOTOT (%)
18	61,80	30,32	7,20	27,02
20	61,64	30,35	7,00	26,31
22	61,62	30,27	8,00	26,69
24	61,49	30,42	9,40	26,72
Média	61,64	30,34	7,90	26,69
CV (%)	0,79	1,65	4,48	2,94
PROBABILIDADE	0,806	0,973	0,000	0,565

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

Tabela 5. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	ALB (%)	GEM (%)	CORGE^{L}	SOTOT (%)
18	62,15	29,89	7,00	26,23
20	61,94	30,04	6,80	26,37
22	61,79	30,16	8,60	26,69
24	62,02	29,81	10,00	26,05
Média	61,97	29,98	8,10	26,33
CV (%)	0,78	1,58	4,36	2,27
PROBABILIDADE	0,700	0,648	0,000	0,406

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

Conforme as Tabelas 4 e 5, verifica-se que apenas a cor de gema sofreu influência significativa dos níveis de proteína bruta das dietas. De acordo com a Tabela 4, as médias observadas para porcentagens de albúmen, gema e sólidos totais dos ovos foram de 61,64, 30,34 e 26,69%, respectivamente. E de acordo com a Tabela 5, as médias foram de 61,97, 29,98 e 26,33%, para estas mesmas características.

Os resultados observados são semelhantes aos apresentados por Abdel-Azeem (2011). O autor não detectou influência dos níveis proteicos das dietas (14, 16, 18, e

20%) sobre as porcentagens de albúmen e gema nos ovos de codornas japonesas. Entretanto, diferentemente do presente estudo, não foi observado pelo autor, efeito na cor da gema.

Umigi (2009) e Garcia et al. (2005) também não verificaram diferenças dos níveis de proteína da ração, que variaram de 16 a 22% nas porcentagens de albúmen e gema em ovos de codornas. Novak et al. (2006) não encontraram efeitos dos teores proteicos das dietas no teor de sólidos totais do ovo, o que também ocorreu no presente estudo, para os dois ensaios realizados.

Segundo Coon (2002), os sólidos do albúmen são quase inteiramente proteicos, e a demanda de proteína e aminoácidos para sua formação é grande, ou seja, uma carência de proteína resultaria num decréscimo da quantidade de albúmen, e conseqüentemente do tamanho do ovo.

Embora o consumo de proteína bruta pelas aves tenha apresentado diferenças efetivas entre os tratamentos, constata-se que a ingestão deste nutriente, mesmo nos valores máximos observados, não influenciou a deposição de proteínas no albúmen e gema dos ovos, visto a ausência de efeitos verificada sobre a porcentagem de albúmen e gema (Tabelas 4 e 5). Desse modo, o nível de 18% de proteína bruta proporcionou o maior peso médio dos ovos (Tabelas 2 e 3) e forneceu aporte proteico suficiente para a formação do albúmen e da gema.

Segundo Mateos & Beorlegui (1991), as proteínas depositadas no albúmen, são secretadas na região do magno do oviduto, pelas glândulas tubulares e células epiteliais (Etches, 1996), portanto, torna-se difícil modificar o teor de proteína do albúmen nutricionalmente. Entretanto, Rombola et al. (2004) avaliaram quatro níveis de proteína bruta na dieta de poedeiras comerciais (12, 14, 16 e 18%) e verificaram que o maior nível de proteína proporcionou melhor peso de albúmen, com maior quantidade de sólidos totais. Provavelmente isso ocorreu porque a utilização de menores concentrações de proteína nas rações pode não ter proporcionado ingestão suficiente de proteína pelas aves, para atender a demanda deste nutriente pelo organismo, para formação do albúmen.

Silva et al. (2010) não observaram efeitos dos níveis de proteína da ração (12, 14, 16 e 18%) sobre a porcentagem de gema, mas verificaram que houve aumento linear

na porcentagem de albúmen com a elevação dos níveis de proteína da dieta, segundo a equação de regressão $\hat{Y}=54,97+0,215x$, com $R^2=0,72$.

A cor da gema de ovos produzidos por aves alojadas sob temperatura neutra ou sob estresse por calor, sofreu influência significativa dos níveis de proteína, apresentando aumento linear na coloração com a elevação do nível proteico. As representações gráficas e as equações de regressão linear encontram-se nas Figuras 6 e 7.

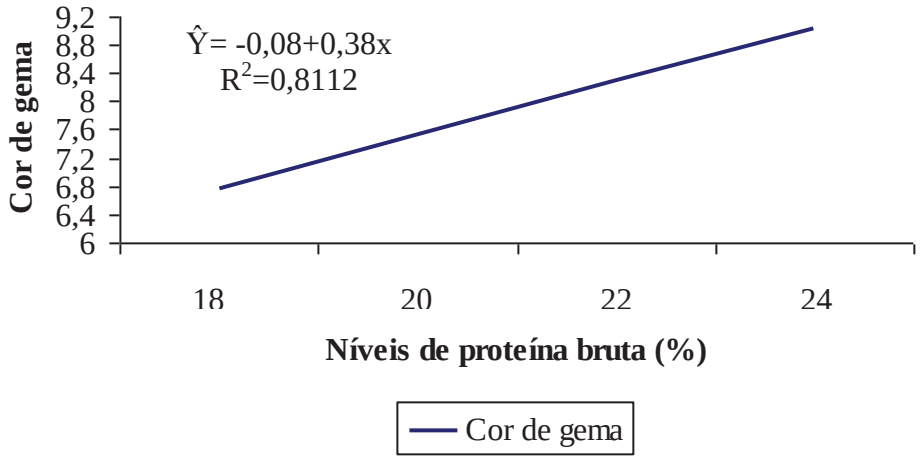


Figura 6. Cor de gema estimada de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta.

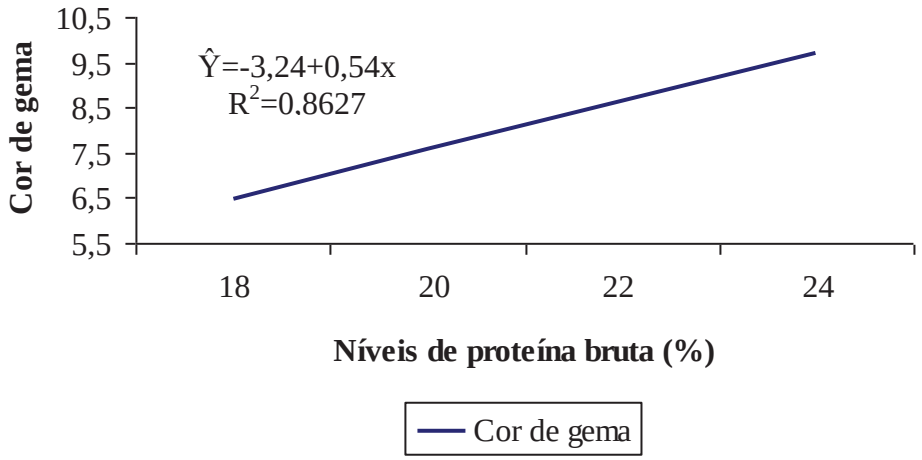


Figura 7. Cor de gema estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta.

Tais resultados foram obtidos, provavelmente, devido a composição nutricional das dietas experimentais (Tabela 1), que apresentou utilização de níveis crescentes de glúten de milho 60% (Protenose ®) nas dietas contendo 22 e 24% de proteína bruta. Sabe-se que este ingrediente é rico em pigmentantes como xantofila e cantaxantina e a concentração média destes pigmentantes foi distinta entre os tratamentos.

O teor de sólidos totais dos ovos, de aves alojadas sob condições termoneutras ou sob estresse por calor, não sofreu influência dos tratamentos. Segundo Ahn et al. (1997), o teor de sólidos totais do ovo é influenciado pelas proporções de gema e albúmen. Levando-se em consideração que as porcentagens de gema e de albúmen não foram influenciadas pelos níveis proteicos das rações (Tabelas 4 e 5), justifica-se a ausência de efeitos sobre o teor de sólidos totais entre os tratamentos.

QUALIDADE EXTERNA DOS OVOS

Os resultados de qualidade externa dos ovos de codornas mantidas sob condições de termoneutralidade (ensaio 1) são apresentados na Tabela 6. Na Tabela 7, encontram-se os dados de qualidade externa dos ovos das aves alojadas sob condições de estresse cíclico por calor (ensaio 2).

Tabela 6. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	CASCA (%)	ESPC (mm)	GE^{L} (g/cm^3)	RESIS (kgf)
18	7,88	0,21	1,075	0,9898
20	8,01	0,21	1,076	0,9945
22	8,10	0,21	1,077	1,0285
24	8,09	0,21	1,077	1,0509
Média	8,02	0,21	1,076	1,0159
CV (%)	1,77	3,09	0,11	7,03
PROBABILIDADE	0,085	0,520	0,013	0,501

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

Tabela 7. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico pelo calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	CASCA (%)	ESPC (mm)	GE (g/cm^3)	RESIS (kgf)
18	7,96	0,21	1,073	0,9841
20	8,02	0,21	1,074	1,0013
22	8,05	0,21	1,081	1,0007
24	8,18	0,21	1,076	0,9967
Média	8,05	0,21	1,076	0,9957
CV (%)	1,47	2,58	0,64	6,30
PROBABILIDADE	0,065	0,725	0,346	0,969

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Conforme a Tabela 6, não houve influência dos níveis de proteína bruta sobre as características avaliadas, exceto para gravidade específica dos ovos. As médias observadas foram de 8,02%, 0,21mm, 1,076g/cm^3 e 1,0159 kgf, respectivamente, para porcentagem de casca, espessura de casca, gravidade específica do ovos e resistência da casca à quebra.

De acordo com a Tabela 7, os níveis de proteína bruta das dietas não alteraram a qualidade da casca dos ovos produzidos por aves criadas sob estresse cíclico por calor. As médias observadas para porcentagem de casca, espessura de casca, gravidade específica e resistência da casca à quebra foram de 8,05%, 0,21mm, 1,076 g/cm^3, e 0,9957 kgf, respectivamente.

A ausência de efeitos dos níveis de proteína sobre a qualidade da casca dos ovos produzidos foi observada em outros trabalhos. Abdel Azeem (2011) não constataram efeitos dos teores proteicos das dietas (14, 16, 18 e 20%) na porcentagem e espessura de casca e gravidade específica dos ovos de codornas japonesas. Umigi (2009) também não verificou influência dos teores de proteína da dieta (17 a 22%) na porcentagem de casca e gravidade específica dos ovos de codornas. Já Novak et al. (2006) avaliaram três níveis de proteína na dieta de poedeiras (14,77, 17,71 e 19,61%) e obtiveram melhor gravidade específica dos ovos, quando arraçoaram aves com dietas contendo maiores teores de proteína (17,71 e 19,61%), o que também foi observado no presente estudo,

para aves alojadas sob temperatura neutra. No entanto, os dados obtidos para aves criadas sob condições de estresse cíclico por calor discorda dos resultados relatados pelos autores.

Segundo Costa et al. (2004), o nível proteico da ração exerce função, principalmente, no fornecimento de energia para mobilização do cálcio para a casca.

De acordo com o exposto, e com os dados observados nas Tabelas 6 e 7, pode-se inferir que os níveis de proteína bruta avaliados forneceram energia, de forma similar, para a mobilização do cálcio a ser utilizado na formação da casca. Além disso, os níveis de cálcio e fósforo utilizados nas dietas, embora sejam inferiores aos preconizados pelo NRC (1994), foram suficientes para atender a demanda destes nutrientes para deposição na casca.

A gravidade específica dos ovos de aves alojadas sob condições de termoneutralidade aumentou linearmente com a elevação dos teores de proteína bruta das dietas. A representação gráfica e a equação de regressão podem ser observadas na Figura 8.

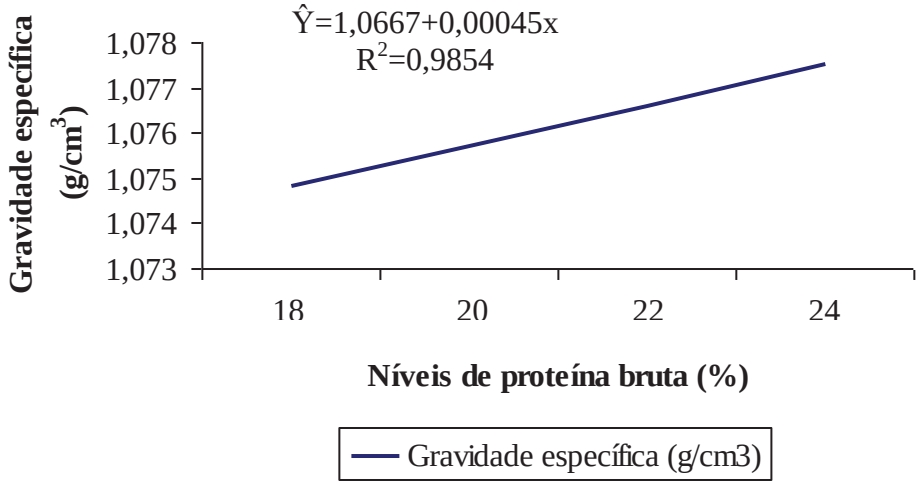


Figura 8. Gravidade específica estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta.

De acordo com a Figura 8, a gravidade específica dos ovos melhorou com a utilização de maiores concentrações de proteína bruta na dieta, o que confirma dados

apresentados por Novak et al. (2006) e mencionados anteriormente. Entretanto, Harms (1983) não constatou efeitos de dois níveis de proteína da dieta (8,6 e 16,2%) na gravidade específica dos ovos de poedeiras comerciais.

A resistência da casca a quebra foi avaliada por ser uma característica intimamente ligada à qualidade externa dos ovos, possuindo relação diretamente proporcional à porcentagem de casca, à gravidade específica da casca dos ovos, e em alguns casos, com a espessura da casca. Informações sobre esta característica são relativamente novas na literatura, sendo necessários mais estudos para que uma comparação efetiva seja efetuada.

Segundo Shrivastav et al. (1993), as qualidades interna e externa dos ovos de codornas japonesas não foram influenciadas pelos níveis de proteína da dieta, que variaram de 16 a 25%.

TEORES DE EXTRATO ETÉREO E PROTEÍNA BRUTA DOS OVOS E TEORES DE NITROGÊNIO DAS EXCRETAS

Os teores de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos e os teores de nitrogênio das excretas das codornas, expressos na matéria seca, são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente, para aves alojadas sob condições termoneutras e sob estresse cíclico por calor.

Tabela 8. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), expressos na matéria seca, dos ovos e teores de nitrogênio (N), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	**OVOS**		**EXCRETAS**
	EE (%)	**PB (%)**	**N (%)^{L}**
18	37,51	45,62	5,91
20	39,08	45,66	6,37
22	38,61	45,64	6,75
24	36,01	45,02	7,99
Média	37,80	45,50	6,75
CV (%)	10,94	2,48	10,72
PROBABILIDADE	0,660	0,819	0,000

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

Tabela 9. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), expressos na matéria seca, dos ovos e teores de nitrogênio (N), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	OVOS		EXCRETAS
	EE (%)	PB (%)	N (%)[L]
18	37,43	45,57	5,58
20	36,70	47,12	6,72
22	36,66	46,03	7,21
24	38,09	46,63	7,47
Média	37,22	46,34	6,74
CV (%)	7,48	3,22	10,32
PROBABILIDADE	0,826	0,404	0,000

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
[L] Efeito linear (p≤0,05)

Conforme as Tabelas 8 e 9, efeitos dos tratamentos foram verificados apenas no teor de nitrogênio das excretas, de aves alojadas sob temperatura neutra ou sob estresse por calor.

As porcentagens de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos não foram influenciados pelos tratamentos, sendo que as médias observadas para estas características foram de 37,80 e 45,50%, respectivamente, para aves alojadas sob condições de termoneutralidade. Codornas alojadas sob estresse cíclico por calor apresentaram médias de 37,22 e 46,34% de extrato etéreo e proteína bruta nos ovos, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos para os consumos de proteína bruta e energia metabolizável (Tabelas 2 e 3) e para porcentagens de albúmen, gema e sólidos totais (Tabelas 4 e 5), pode-se inferir que, apesar da ingestão diferenciada de proteína bruta que ocorreu entre as aves dos tratamentos experimentais, as mesmas utilizaram de forma semelhante a energia e a proteína ingeridas, havendo deposição similar de lipídeos e proteínas nos ovos (Tabelas 8 e 9).

Entretanto, o equilíbrio na utilização dos nutrientes ingeridos pelas codornas deste experimento, não foi observado por Garcia et al. (2005). Os autores avaliaram três níveis proteicos (16, 18 e 20%) na ração de codornas japonesas e constataram maior deposição de extrato etéreo na gema de ovos produzidos por aves que receberam 16%

de proteína. Já as maiores deposições de proteína bruta na gema foram obtidas em ovos de aves alimentadas com 18 e 20% de proteína. O consumo de ração dessas aves foi maior entre os níveis de 18 e 20% de proteína e as porcentagens de albúmen e gema não apresentaram alterações decorrentes dos teores proteicos avaliados.

Quanto aos maiores consumos de proteína bruta que ocorreram com a elevação dos níveis proteicos das dietas (Figuras 1 e 2), verifica-se que o excesso de nitrogênio ingerido pelas aves foi excretado, como pode ser observado nas Figuras 9 e 10, pois houve aumento linear na excreção de nitrogênio com a elevação dos teores de proteína da dieta.

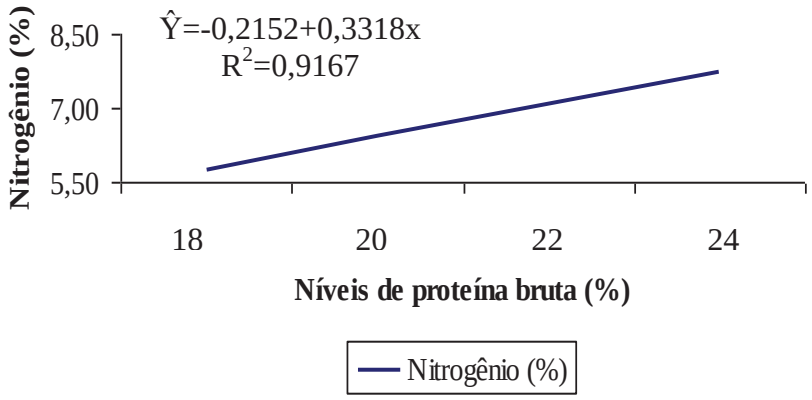


Figura 9. Porcentagem de nitrogênio estimada, expressa na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta da dieta.

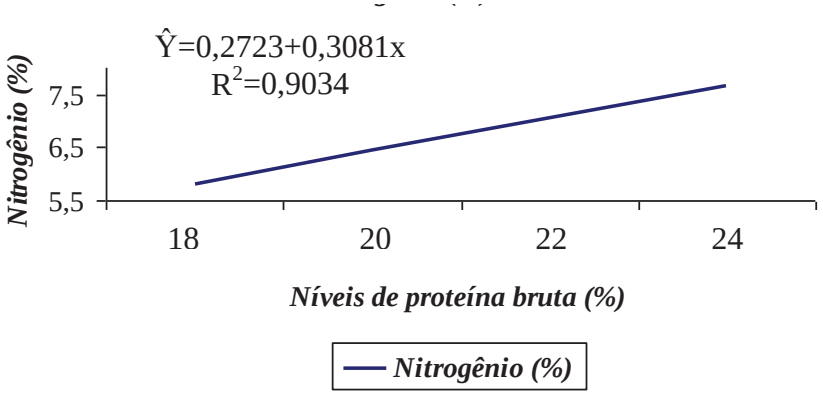


Figura 10. Porcentagem de nitrogênio estimada, expressa na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta da dieta.

Conforme mencionado anteriormente, as codornas alojadas sob temperatura neutra constante e sob estresse cíclico por calor apresentaram maior consumo de proteína bruta com a elevação dos níveis proteicos nas dietas (Tabelas 2 e 3). De acordo com resultados obtidos para desempenho e formação dos ovos, sem alterações significativas sobre as porcentagens de albúmen, gema, sólidos totais, extrato etéreo e proteína bruta nos ovos (Tabelas 2, 3, 4, 5, 8 e 9), e levando-se em consideração os resultados apresentados pelas Figuras 9 e 10, presume-se que as codornas tenham apresentado maior eficiência de utilização da proteína ingerida quando receberam dietas contendo menores teores proteicos.

Diante do exposto, justifica-se a maior excreção de nitrogênio observada em aves alimentadas com dietas contendo níveis mais altos de proteína bruta.

Resultados semelhantes foram observados por Pavan et al. (2005), Novak et al. (2006) e Silva et al. (2010). Os autores trabalharam com níveis de proteína bruta na dieta de poedeiras comerciais (12 a 18,9%) e observaram aumento do teor de nitrogênio excretado com a elevação da proteína dietética.

VARIAÇÃO DE PESO

A variação de peso das aves, durante o período experimental, é apresentada na Tabela 10, para aves alojadas sob condições de termoneutralidade, e na Tabela 11 para codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor.

Tabela 10. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	VARIAÇÃO DO PESO/AVE (g)
18	3,10
20	3,56
22	3,84
24	-2,74
Média	3,31
CV (%)	40,54
PROBABILIDADE	0,588

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Os níveis de proteína bruta não influenciaram de forma significativa a variação do peso das aves. As codornas apresentaram variação média de 3,31 g no peso corpóreo vivo. As aves dos tratamentos contendo 18, 20 e 22% de proteína bruta tiveram aumento no peso corpóreo e as codornas que receberam 24% de proteína bruta apresentaram perda de peso corpóreo, durante o período total do experimento.

A redução de peso observada em aves alimentadas com 24% de proteína bruta pode ser justificada segundo Skalan & Plavinic (2002) e Freitas et al. (2006). De acordo com os autores as rações devem ser formuladas para fornecer aminoácidos suficientes para a síntese proteica, sendo que o excesso destes resulta em excreção sob a forma de ácido úrico. O processo que envolve a quebra da proteína bruta em excesso a ácido úrico, para sua posterior excreção, apresenta alto custo energético; estimando-se que seja quase cinco vezes superior ao gasto de energia para incorporação de um aminoácido na cadeia proteica. Dessa forma, a ave gasta considerável quantidade de

energia para eliminar excessos de nitrogênio/aminoácidos; energia esta que deveria ser utilizada para mantença ou produção.

De acordo com o exposto e levando-se em consideração que tanto o consumo de proteína bruta quanto a excreção de nitrogênio pelas aves que receberam 24% de proteína foram significativamente maior, pode-se inferir que a perda de peso observada nas aves do último tratamento (Tabela 10), seja decorrente de maiores gastos de energia ocorridos em função da maior excreção de nitrogênio verificada (Figura 9).

Harms (1983) e Jacob et al. (2000) não verificaram efeitos dos tratamentos no ganho de peso de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo níveis de proteína bruta (8,6 a 18%).

Tabela 11. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de proteína bruta (PB) da dieta.

PB (%)	**VARIAÇÃO DO PESO/AVE (g)**
18	-2,60
20	-3,33
22	-3,39
24	-2,38
Média	-2,92
CV (%)	35,22
PROBABILIDADE	0,332

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Não houve influência significativa dos níveis de proteína sobre a variação de peso das aves, conforme pode ser observado na Tabela 11. As aves apresentaram redução média de 2,92g, durante o período experimental.

Abdel-Azzem (2011) também não verificou efeito dos tratamentos na variação do peso de codornas japonesas alimentadas com rações contendo níveis de proteína bruta (14 a 20%). O mesmo foi observado ainda por Aboul-Ela et al. (1992) e Novak et al. (2006), para poedeiras comerciais.

Entretanto, de acordo com os dados da Tabela 11, deve-se salientar que nenhuma das concentrações proteicas avaliadas conseguiu evitar que as aves utilizassem reservas corpóreas para manter seu metabolismo basal ou para produção, diante das condições adversas de temperatura a que foram submetidas, justificando assim a perda de peso observada no período.

CONCLUSÕES

Dietas de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade ou de estresse cíclico por calor podem conter 18% de proteína bruta (consumos estimados respectivos de 5,05 e 4,67g de proteína bruta/ave/dia). Este nível de utilização não apresentou prejuízos sobre a produção e qualidade dos ovos, e proporcionou menor excreção de resíduos nitrogenados no ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdel Azeem F. Influence of qualitative feed restriction on reproductive performance of japanese quail hens. Egyptian Poultry Science 2011. 31(4): 883-897.

Aboul-Ela S, Wilson HR, Harms RH. The effect of dietary protein levels on the reproductive performance of bobwhite hens. Poultry Scince 1992. 71:1196-1200.

Ahn DU, Kim SM, Shu, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. Poultry Science 1997, 76(6): 914-919.

Albino LFT, Fialho FB, Bellaver C. Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura em recria. Pesquisa Agropecuária Brasileira 1994. 29:1625-1629.

Baião NC, Lara LJC. Oil and fat in broiler nutrition. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2005, 7(3):129-141.

Baker DH. Amino acid nutrition of pigs and poutry. In: Cole DJA, Haresing W, Garnworth PC. Recent developments in pig nutrition. 2. ed. Lough barangh: Nottingam University, 1993. p. 60-75.

Capelloci RG, Gonçalvez JÁ, Piccinin A, Mori C, Gimenez JN, Pavan, AC. O nível proteico da dieta pode alterar o desempenho de codornas japonesas? Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. Número 2 – Janeiro de 2004

Carioca ST, Guimarães Cruz FG, Matos PGJ, Maquiné LC, Chagas EO, Oliveira SC, Santos Filho AB. Influência dos níveis energéticos e protéicos em rações de poedeiras leves em Manaus. Archivos de Zootecnia 2010, 59(227):455-458.

Chwalibog A, Baldwin RL. Sistems to predict the energy and requirements of laying fowl. World's Poultry Science 1995. 51: 188-195.

Coon C. Feeding egg-type replacement pullets. In: Bell DD. Commercial chicken meat and egg production. 5th. Massachusetts: Kluwer Academic, 2002. p. 287-393.

Costa FGP, Souza HC, Gomes AVC, Barros LR, Brandão PA, Nascimento GAJ, Santos AWR, Amarante Júnior VS. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. Revista Ciência e Agrotecnologia 2004, 28(6):1421-1427.

Etches RJ. Reproduction in poultry. Cambridge. UK University Press, 1996. 318p.

Ferreira DF. Programa Sisvar.exe. Sistema de Análises de Variância. Versão 3.04, 1998.

Filardi RS, Sakomura NK, Basaglia R. Equação de predição das exigências de proteína bruta para matrizes pesadas em crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia 2000. 29(6): 2308-2315.

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

Freitas AC, Fuentes MFF, Freitas ER, Sucupira FS, Oliveira BCM. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. Revista Brasileira de Zootecnia 2005, 34(3):838-846.

Freitas AC, Fuentes MFF, Freitas ER. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia 2006. 35(4): 1705-1710.

Garcia EA, Mendes AA, Pizzolante CC, Saldanha ESPB, Moreira J, Mori C, Pavan AC. Protein, methionine+cystine and lysine levels for japanese quails during the production phase. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2005. 7(1): 11-18.

Garcia EA, Pizzolante CC. Nutrição de codornas para postura. In: II Simpósio Internacional, I Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2004, Lavras. Anais... Lavras, UFLA, 2004, p. 65-76.

Hamilton RMG. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. Poultry Science 1982. 61:2022-2039.

Harms RH. Influence of protein level in the resting diet upon performance of force rested hens. Poultry Science 1983. 62(2): 273-276.

Jacob JP, Ibrahim S, Blair R, Namkung H, Paik IK. Using enzyme supplemented , reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of white legron hens. Asian Australasian Journal of Animal Science 2000.13(12): 1743-1749.

Li, YX, Wang YO, Pang YZ, Li JX, Hie XH, Guo TJ, Li WQ. The effect of crude protein level in diets on laying performance, nutrient digestibility of yellow quail. Journal of Poultry Science 2011. 10(2):110-112.

Longo FA, Sakomura NK, Rabello CBV. Exigências energéticas para mantença e para o crescimento de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia 2006. 35(1): 119-125.

Lopes IRV, Fuentes MFF, Freitas ER, Soares MB, Ribeiro PS. Efeito da densidade de alojamento e do nível de energia metabolizável da ração sobre o desempenho zootécnico e características dos ovos de codornas japonesas. Revista Ciência Agronômica 2006, 37(3):369-375.

Lopez G, Leeson S. Utilization of metabolizable energy by young broiler and birds of intermediate growth rate. Poultry Science 2005. 84:1069-1076.

Mateos GG, Beorlegui CB. Nutricion y alimentacion de gallinas ponedoras. Madrid. Mundi-Prensa, 1991. 263p.

Murakami AE, Moraes VMB, Ariki J, Junqueira OM, Kronka SN. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) em postura. Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia 1993, 22(4):541-551.

Nieto R, Prieto C, Fernández-Fígares I. Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chickens. British Journal of Nutrition 1995. 74:163-172.

Novak C, Yakout HM, Scheideler SE. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid:lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 Hens. Poultry Science 2006. 85:2195–2206.

National Research Concil - NRC. Nutrient Requeriments of Poultry. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994, 156p.

Pavan AC, Mori C, Garcia EA, Scherer MR, Pizzolante CC. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. Revista Brasileira de Zootecnia 2005. 34(2): 568-574.

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

Rabello CBV, Sakomura NK, Longo FA. Efeito da temperatura ambiente e do sistema de criação sobre as exigências de energia metabolizável para mantença de aves reprodutoras pesadas. Revista Brasileira de Zootecnia 2004. 33(2): 382-390.

Ri E, Sato K, Oikawa T. Effects of dietary protein levels on production and characteristics of japanese quail eggs. The Journal of Poultry Science 2005. 42: 130-139.

Ribeiro MLG, Silva JHV, Dantas MO. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia 2003. 32(1): 156-161.

Rombola LG, Rizzo MF, Faria DE, Deponti BJ, Silva FHA, Araújo LF. Alimentação de poedeiras com diferentes níveis de proteína e lisina: Desempenho e qualidade dos ovos. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004, Santos. Revista Brasileira de Ciência Avícola, supl. 6, Campinas: FACTA, 2004. p. 23.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed, Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

Sakomura NK, Basaglia R, Resende KT. Modelo para determinar as exigências de proteína para poedeiras. Revista Brasileira de Zootecnia 2002. 31(6): 2247-2254.

Shrivastav AK, Raju MVLN, John TS. Effect of varied dietary protein on certain production traits in breeding japanese quail. Indian Journal of Poultry Science 1993. 28(1): 20-25.

Silva JHV, Silva MB, Jordão Filho J. Exigências de mantença e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) na fase de 1 a 12 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia 2004a. 33(5): 1209-1219.

Silva JHV, Silva MB, Jordão Filho J. Exigências de mantença e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) na fase de 15 a 32 dias. Revista Brasileira de Zootecnia 2004b. 33(5): 1220-1230.

Silva MFR, Faria DE, Rizzoli PW, Santos AL, Sakamoto MI, Souza HRB. Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. Revista Brasileira de Zootecnia 2010. 39(6): 1280-1285.

Skalan D, Plavinik I. Interaction between dietary crude protein and essencial amino acid intake on performance in broilers. British Poultry Science 2002. 43: 442-449.

Soares RTRN, Fonseca JB, Santos, ASO. Protein requeriment of japanese quail (Coturnix coturnix japonica) during rearing and laying periods. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2003. 5(2):153-156

Umigi RT. Redução da proteína utilizando-se o conceito de proteína ideal e níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. 2009. 92 f. [Tese]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2009.

Villela JL. Criação de codornas. Cuiabá (MT): SEBRAE, 1998. 91p.

CAPÍTULO 4

NÍVEIS DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS PARA RAÇÕES DE CODORNAS JAPONESAS EM PRODUÇÃO, ALOJADAS SOB CONDIÇÕES DE TERMONEUTRALIDADE E DE ESTRESSE CÍCLICO POR CALOR

RESUMO - Com o objetivo de avaliar níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis para rações de codornas japonesas em postura, alojadas sob condições de termoneutralidade e de estresse cíclico por calor, foram efetuados dois ensaios experimentais. No primeiro ensaio foram utilizadas 360 codornas em uma câmara bioclimática com temperatura neutra e, no segundo, 360 aves foram dispostas em sala sob condições de estresse cíclico por calor. Cada ensaio experimental compreendeu 56 dias. As dietas utilizadas nos dois ensaios foram formuladas à base de milho e farelo de soja, sendo divididas em quatro tratamentos experimentais, de acordo com os níveis de aminoácidos sulfurados a serem avaliados – 0,61; 0,68; 0,75 e 0,82%. Nos dois ensaios experimentais, foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições de 18 aves por unidade experimental, para cada tratamento. Em cada ensaio experimental, os resultados foram submetidos à análise de variância e os efeitos dos níveis de metionina+cistina foram submetidos à análise de regressão, sendo que os graus de liberdade dos fatores foram desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico, para escolha do modelo que melhor descrevesse o comportamento dos dados. Para aves alojadas sob temperatura neutra, pôde-se verificar aumento linear no peso dos ovos e no consumo de aminoácidos sulfurados com a elevação dos níveis de metionina + cistina nas dietas. Comportamento quadrático foi observado sobre a porcentagem de extrato etéreo nos ovos produzidos, estimando-se maior teor quando a suplementação foi de 0,74% de metionina + cistina. Para aves submetidas ao estresse cíclico por calor, observou-se aumento linear no peso e na massa dos ovos, e no consumo de aminoácidos sulfurados conforme houve aumento nos níveis de metionina + cistina nas rações. A conversão alimentar por massa de ovos melhorou linearmente com a elevação dos níveis de aminoácidos sulfurados avaliados. Rações para codornas japonesas em produção, alojadas sob condições neutras de temperatura podem conter 0,61% de metionina+cistina digestíveis. Dietas para aves alojadas sob condições de estresse cíclico por calor devem conter 0,82% de aminoácidos sulfurados digestíveis.

Palavras-chave

cistina, estresse térmico, metionina, produção de ovos, qualidade de ovos, termoneutralidade

ABSTRACT - Two experiments were conducted to evaluate levels of digestible sulfur amino acids in diets for Japanese quails throughout the laying period, birds were maintained under thermoneutral and cyclic heat stress conditions. In the first trial, 360 quails were arranged in a bioclimatic chamber with neutral temperature and, in the second trial, 360 birds were housed in a room under conditions of cyclic heat stress. Each experimental trial comprised 56 days. Diets of both trials were formulated based on corn and soybean meal and were split in four experimental treatments according to the levels of evaluated sulfur amino acids - 0.61, 0.68, 0.75 and 0.82%. Randomized block design with five replications of 18 birds per experimental unit for each treatment was used in both experiments. Data were submitted to analysis of variance and the effects of methionine and cystine levels were subjected to regression analysis. The degrees of freedom of the factors were deployed in linear, quadratic and cubic effects to choose the model that best described the behavior of the results. There was a linear increase in the egg weight and in the sulfur amino acid intake with the elevated of methionine + cystine levels in the diets for birds housed in a neutral temperature. Quadratic behavior was observed on the percentage of ether extract in the eggs and the higher values were found for quails that received 0.74% of methionine + cystine. Birds under the cyclic heat stress had a linear increase in egg mass, egg weight and in the sulfur amino acids intake according to the elevated of methionine + cystine in the diets. The feed: gain ration per egg mass improved linearly with the increase of evaluated sulfur amino acid levels. Diets for productive Japanese quails maintained under neutral temperature can contain 0.61% of digestible methionine +cystine and for birds under cyclic heat stress the better level of digestible sulfur amino acids was 0.82%.

Key words: cystine, egg production and quality, heat stress, methionine, thermoneutral

INTRODUÇÃO

A coturnicultura brasileira desenvolveu-se significativamente nos últimos anos, entretanto, apesar dessa evolução, os produtores brasileiros ainda enfrentam dificuldades referentes à sanidade, à ausência de genética bem definida, ao manejo e à nutrição dessas aves, que detém grande parte dos investimentos financeiros totais da criação (Rezende et al., 2004). Entre os nutrientes que se destacam na formulação de rações para aves, encontram-se as proteínas e aminoácidos, pois são os componentes de maior participação no custo das rações e um dos componentes de maior importância na prática comercial, devendo, portanto, estarem presentes em quantidades suficientes para suprir as necessidades das aves, sem onerar o custo de produção (Forbes & Shariatmadari, 1994).

Além da determinação dos níveis de aminoácidos a serem suplementados na dieta, é importante analisar a relação entre os aminoácidos, pois as proteínas do corpo do animal ou dos produtos por ela produzidos possuem uma relação entre estes, para que possam ser sintetizadas. Atencio et al. (2004) afirmaram que é recomendável manter uma relação entre os aminoácidos para se evitar a perda energética da dieta, como conseqüência do desbalanceamento entre os aminoácidos.

Os aminoácidos considerados essenciais para o organismo de aves adultas são: lisina, triptofano, histidina, leucina, valina, fenilalanina, treonina, metionina, isoleucina e arginina (Andriguetto et al., 2002).

A metionina caracteriza-se como um aminoácido essencial e limitante para a produção de aves, desempenhando funções como deposição protéica, desenvolvimento de penas, produção de ovos e atuação no metabolismo de lipídeos (Kalinowski et al., 2003). No organismo, apresenta relação com a cistina e, em condições normais, a metionina pode ser catabolizada e convertida em cistina. Entretanto, esta conversão não é reversível, pois a cistina não pode ser convertida em metionina e por isso torna-se necessário determinar os níveis adequados destes aminoácidos, a fim de se atender esta interrelação (Barbosa et al., 2000).

Entretanto, de acordo com Jordão Filho et al. (2006), vários fatores influenciam nas exigências de metionina+cistina, como o teor de proteína da ração, a linhagem, o

ambiente térmico e o teor energético, assim como a presença de fatores antinutricionais e o processamento da matéria prima utilizada na ração.

Diante disso e levando-se em consideração que a formulação das dietas para codornas baseia-se, principalmente, em dados estrangeiros pouco condizentes com as condições de manejo e de temperatura brasileiras (Murakami et al., 1993), e também o fato de que as codornas têm passado por processos constantes de melhoramento genético, torna-se necessário pesquisar a nutrição dessas aves, visando obter dados nutricionais mais próximos aos requeridos pelas mesmas, visto que os valores tabelados não devem ser tomados como estáticos ou adequados para as diferentes regiões de criação. As exigências nutricionais devem ser alvo de constante verificação e atualização por nutricionistas (Villela, 1998).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis em dietas de codornas japonesas em produção, alojadas sob temperatura neutra e sob condições de estresse cíclico por calor, de modo a obter um nível que maximize a produtividade e a qualidade dos ovos produzidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois ensaios experimentais foram realizados na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Campus Botucatu, na Câmara Bioclimática. Os ensaios foram efetuados de forma independente, porém simultaneamente. Para tanto, duas câmaras bioclimáticas foram utilizadas, sendo uma para cada ensaio experimental. As salas possuíam dimensões de 4,30 m de comprimento por 4,50 m de largura e 2,60 m de altura. Cada câmara contou com duas baterias de gaiolas, sendo a capacidade de cada uma para 180 aves. As baterias foram compostas por cinco andares, com duas gaiolas por andar, sendo suas dimensões de 100 cm de comprimento por 34 cm de largura e 16 cm de altura. As gaiolas foram equipadas com comedouros lineares galvanizados, e bebedouros tipo nipple. A densidade de alojamento utilizada, em cada ensaio experimental, foi de 188,93 cm^2/ave.

Para o ensaio 1, foram utilizadas 360 codornas com 120 dias de idade ao início do experimento. Essas aves foram dispostas em câmara com temperatura neutra constante

(23ºC ± 2ºC), para determinação do nível de metionina+cistina digestível a ser utilizado em rações para codornas alojadas sob condições de termoneutralidade.

Para o ensaio 2, também foram utilizadas 360 aves com 120 dias de idade ao início do experimento, entretanto, estas codornas foram alojadas em câmara com temperatura elevada durante o dia (33ºC ± 2ºC) e temperatura ambiente durante a noite, para determinação do nível de metionina+cistina digestível a ser utilizado em rações para codornas alojadas sob condições de estresse por calor.

A temperatura das salas foi controlada por meio de aquecedores acoplados a um termostato elétrico e através da utilização de ar condicionado, dotado de controle automático de temperatura. A renovação e movimentação do ar foram efetuadas por exaustores axiais de parede. As temperaturas e umidades relativas do ar, de cada ensaio experimental, foram monitoradas por termohigrômetros digitais de máxima e mínima, pela manhã e ao final da tarde. O estresse térmico imposto às aves do ensaio 2 foi cíclico, sendo os aquecedores ligados diariamente às 9h00 e desligados às 17h30.

O delineamento experimental utilizado, nos dois ensaios, foi o de blocos ao acaso, sendo cada andar das baterias considerado um bloco experimental. Cinco repetições de 18 aves por gaiola foram utilizadas, para cada tratamento/ensaio.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas com base nas composições dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2005). Os níveis de energia metabolizável e proteína bruta seguiram as indicações dos dois primeiros experimentos deste estudo, referentes à determinação dos níveis de energia metabolizável e proteína bruta. Dessa forma, as rações foram formuladas com 2800 kcal EM/kg ração e 18% de proteína bruta, sendo que os níveis de cálcio, fósforo disponível e lisina, de cada tratamento, foram ajustados de acordo com o nível de energia utilizado, mantendo os ajustes efetuados no primeiro experimento. Os tratamentos foram divididos de acordo com os níveis de aminoácidos sulfurados a serem avaliados: 0,61, 0,68, 0,75 e 0,82%.

Cada ensaio experimental teve duração total de 56 dias, compreendendo dois ciclos de 28 dias. O programa de luz utilizado, em ambos os ensaios, foi o de 17 horas diárias e, durante todo o período dos estudos, as aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar, sendo fornecidas água e ração “ad libitum”. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais

Ingredientes	**Metionina + Cistina dig. (%)**			
	0,61	**0,68**	**0,75**	**0,82**
Milho	62,263	62,157	62,052	61,948
Farelo de soja	21,087	20,947	20,808	20,683
Farinha de carne e ossos (46%)	4,010	4,006	4,002	3,998
Farelo de trigo	6,691	6,861	7,031	7,189
Calcário calcítico	4,779	4,780	4,782	4,783
Metionina	0,116	0,188	0,260	0,332
Lisina	0,246	0,250	0,254	0,254
Treonina	0,149	0,151	0,153	0,153
Suplemento vitamínico-mineral(1)	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal	0,350	0,350	0,350	0,350
BHT(2)	0,010	0,010	0,010	0,010
Total (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00
	Composição calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	18	18	18	18
Cálcio (%)	2,41	2,41	2,41	2,41
Fósforo disponível (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Metionina + Cistina dig. (%)	0,61	0,68	0,75	0,82
Metionina dig. (%)	0,37	0,44	0,51	0,58
Lisina dig. (%)	0,97	0,97	0,97	0,97
Pigmentantes(3) (mg/kg)	622,63	621,57	620,52	619,48

[1] Conteúdo/kg de ração: Vit. A - 7.000 U.I.; Vit. D3 – 2.000 U.I.; Vit. E – 50,00 U.I.; Vit. B2 – 3 mg; Ác. Pantotênico - 5 mg; Vit. K3 – 1,6 mg; Vit. B12 – 8 µg; Niacina – 20 mg; Colina – 234,36 mg; Selênio – 0,2 mg; Manganês – 70 mg; Ferro – 50 mg; Cobre – 8 mg; Zinco – 50 mg; Iodo – 1,2 mg; Bacitracina de Zinco – 20 mg; Veículo q.s.p. - 1000 g.
[2] Antioxidante - Butil Hidroxi Tolueno.
[3] Soma dos teores médios de pigmentantes do milho.

Foram avaliados o desempenho, a qualidade e os teores de sólidos totais, extrato etéreo e proteína bruta dos ovos, os teores de nitrogênio das excretas e a variação de peso das aves, alojadas sob condições termoneutras (ensaio 1) e sob estresse cíclico por calor (ensaio 2).

O desempenho foi analisado através dos índices de consumo de ração, de energia metabolizável e proteína bruta, porcentagem de postura, porcentagem de ovos íntegros, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos produzidos.

A qualidade interna e externa dos ovos foi avaliada através dos índices de gravidade específica, porcentagens de gema, albúmen e casca, espessura da casca, resistência da casca à quebra e cor de gema.

Ao final de cada ciclo de 28 dias, o teor de sólidos totais dos ovos foi analisado e ao final de 56 dias, foram avaliados os teores de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos, expressos em 100% de matéria seca, a concentração de nitrogênio nas excretas das aves, também expressa em 100% de matéria seca, e a variação do peso das aves, para estimar possíveis rotas de utilização da metionina+cistina ingerida pelas aves.

As coletas de dados e as metodologias empregadas durante as avaliações das características mencionadas acima foram idênticas aos procedimentos efetuados nos dois primeiros experimentos da presente tese, referente aos Capítulos 2 e 3, sobre níveis de energia metabolizável e proteína bruta.

A análise estatística dos resultados foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR, de acordo com Ferreira (1998). Em cada ensaio experimental, os dados referentes às características avaliadas, dentro dos tratamentos utilizados, foram submetidos à análise de variância (5% de significância) e os efeitos dos níveis de aminoácidos sulfurados foram submetidos à análise de regressão, sendo que os graus de liberdade dos fatores foram desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico, para escolha do modelo que melhor descrevesse o comportamento dos dados.

Para análise estatística da variação de peso das aves, foi efetuado inicialmente um ajuste fixo nas médias observadas, para que as mesmas fossem moduladas por uma distribuição normal. Somente após a realização desse ajuste, foi possível submeter os dados obtidos à análise de variância (5% de significância) e, os efeitos dos níveis de aminoácidos sulfurados à análise de regressão, sendo os graus de liberdade dos fatores desdobrados nos efeitos linear, quadrático e cúbico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR

Na sala mantida sob temperatura neutra, as médias de temperatura mínima e máxima, registradas durante o período experimental, foram respectivamente, 21,5 e

24,1ºC, com média de 22,8ºC. As médias de umidade relativa do ar mínima e máxima foram, respectivamente, 62,0 e 67,1%, com média de 64,5%.

Na sala mantida sob condições de alta temperatura, as médias de temperatura máxima, durante o dia e a noite, foram de 34,9 e 32,4ºC, respectivamente. Já as médias de temperatura mínima, durante o dia e a noite, foram de 31,4 e 26,4ºC, respectivamente. As médias de umidade relativa do ar mínima e máxima foram, respectivamente de 53,6 e 68,5%, com média de 61,0%.

DESEMPENHO

Os dados referentes às características de desempenho das aves mantidas sob condições de termoneutralidade (ensaio 1) são apresentados na Tabela 2. Na Tabela 3, encontram-se os resultados de desempenho para codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor (ensaio 2).

Tabela 2. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia), consumo de aminoácidos sulfurados digestíveis (CAAS-ave/dia), porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	CR (g)	CEM (kcal)	CPB (g)	CAAS^{L} (mg)	POST (%)	OINT (%)	PO^{L} (g)	MO (g)	CA/dz	CA/kg
0,61	26,69	74,74	4,81	162,83	89,99	99,83	10,34	9,46	0,36	2,78
0,68	25,96	72,70	4,67	176,56	87,57	99,88	10,66	9,60	0,34	2,65
0,75	24,86	69,61	4,48	186,47	89,35	99,90	10,73	9,70	0,35	2,70
0,82	24,96	69,90	4,49	204,71	90,92	99,84	10,91	9,38	0,33	2,66
Média	25,62	71,74	4,61	182,64	89,46	99,86	10,66	9,54	0,35	2,70
CV (%)	6,29	6,29	6,29	6,41	3,74	0,15	1,91	4,53	7,80	8,62
PROBABILIDADE	0,263	0,263	0,262	0,000	0,467	0,867	0,004	0,642	0,521	0,783

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

Tabela 3. Consumo de ração (CR-ave/dia), consumo de energia metabolizável (CEM-ave/dia), consumo de proteína bruta (CPB-ave/dia), consumo de aminoácidos sulfurados digestíveis (CAAS-ave/dia), porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO-ave/dia), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	CR (g)	CEM (kcal)	CPB (g)	CAAS^{L} (mg)	POST (%)	OINT (%)	PO^{L} (g)	MO^{L} (g)	CA/dz	CA/kg^{L}
0,61	23,52	65,87	4,23	143,50	83,36	99,56	9,58	7,98	0,34	2,95
0,68	23,32	65,30	4,20	158,60	88,02	99,40	9,98	8,78	0,32	2,65
0,75	23,79	66,60	4,28	178,40	86,55	99,76	10,18	8,81	0,33	2,71
0,82	22,21	62,18	4,00	182,10	87,81	99,84	10,34	9,08	0,31	2,45
Média	23,21	64,99	4,18	165,65	86,44	99,64	10,02	8,66	0,32	2,69
CV (%)	6,19	6,19	6,17	5,83	3,77	0,30	3,05	4,58	6,78	5,54
PROBABILIDADE	0,352	0,353	0,357	0,000	0,129	0,121	0,007	0,003	0,149	0,000

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
^{L} Efeito linear (p≤0,05)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que houve influência dos níveis de aminoácidos sulfurados sobre o peso médio dos ovos produzidos e no consumo de aminoácidos sulfurados de codornas alojadas sob condições de termoneutralidade.

Para aves alojadas sob estresse cíclico por calor (Tabela 3), foram observados efeitos dos níveis de aminoácidos sulfurados sobre o peso e massa dos ovos produzidos, no consumo de aminoácidos sulfurados e na conversão alimentar por massa de ovos.

Os consumos de ração, energia metabolizável e proteína bruta por aves alojadas sob temperatura neutra constante ou sob estresse cíclico por calor, não foram influenciados pelos teores de metionina+cistina das dietas (Tabelas 2 e 3).

As médias para estas características, obtidas por aves criadas sob condições de termoneutralidade, foram de 25,62 g de ração/ave/dia, 71,74 kcal EM/ave/dia e 4,62 g de proteína bruta/ave/dia. Já as médias observadas para aves alojadas sob estresse por calor foram de 23,21 g ração/ave/dia, 64,99 kcal EM/ave/dia e 4,18 g de proteína bruta/ave/dia.

A justificativa da ausência de resultados significativos para estes parâmetros pode estar relacionada a dois fatos. O primeiro refere-se às informações relatadas por Murakami et al. (1993), Belo et al. (2000), Garcia et al. (2000), Pinto et al. (2002) e Baião & Lara (2005). Esses autores informaram que alterações no consumo voluntário de alimento podem ocorrer em função do nível de energia da dieta. Ou seja, as aves reduzem o consumo voluntário de alimento, quando este possui densidade energética elevada, na tentativa de manterem a quantidade de energia ingerida constante. A redução no consumo de ração em virtude do nível de energia da dieta pode ocasionar diminuição da ingestão de nutrientes, que possuem ingestão atrelada à ingestão de energia da dieta, como proteína e aminoácidos. O segundo fato refere-se à formulação das dietas experimentais do presente estudo, que foram isonutritivas (Tabela 1), contendo 2800 kcal EM/kg ração e 18% de proteína bruta, sendo apenas as concentrações de aminoácidos sulfurados alteradas.

Portanto, pode-se justificar a ausência de efeitos dos tratamentos sobre os consumos de ração, de energia metabolizável e de proteína bruta, uma vez que as aves receberam igual quantidade de energia entre as dietas experimentais, não sendo

necessário ajustar o consumo de alimento para manter constante a ingestão de energia e nutrientes atrelados ao seu consumo. A oferta de 2800 kcal EM/kg ração proporcionou ingestão constante de energia e proteína bruta pelas aves dos diferentes tratamentos.

Além da densidade energética da dieta, outro fator pode desencadear alterações no consumo de alimento pelas aves, os níveis de metionina+cistina das rações. Segundo Chee & Polin (1978) e Harper et al. (1970), a variação dos níveis de metionina+cistina nas rações pode proporcionar desbalanço aminoacídico, o que altera o perfil de aminoácidos no plasma do animal e ativa os mecanismos reguladores de apetite.

Entretanto, levando-se em consideração a ausência de diferenças no consumo de ração, presume-se que esse efeito não ocorreu no presente experimento, sugerindo que os níveis de metionina+cistina avaliados não ocasionaram desbalanceamento aminoacídico e supriram as necessidades das aves para produção e formação dos ovos.

Rezende (1993) e Stringhini et al. (1998) também não verificaram efeitos dos níveis de aminoácidos sulfurados da dieta sobre o consumo alimentar de codornas japonesas. No entanto, Cupertino et al. (2009) observaram influência dos níveis de metionina+cistina digestíveis (0,49 a 0,70%) sobre o consumo voluntário de alimento em poedeiras comerciais.

Houve aumento linear no consumo de aminoácidos sulfurados, pelas aves alojadas sob condições de termoneutralidade e sob estresse cíclico por calor, com a elevação dos níveis de metionina+cistina das dietas. As representações gráficas e as equações de regressão linear são observadas nas Figuras 1 e 2.

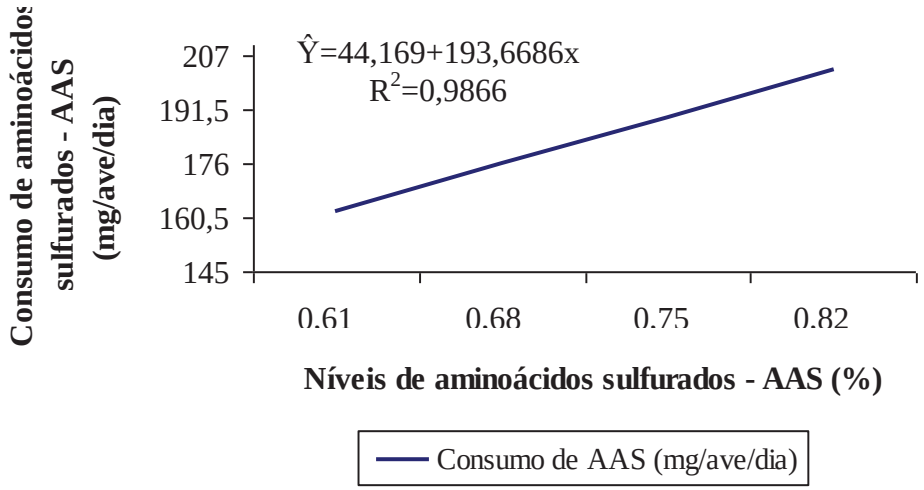


Figura 1. Consumo estimado de aminoácidos sulfurados de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados na dieta

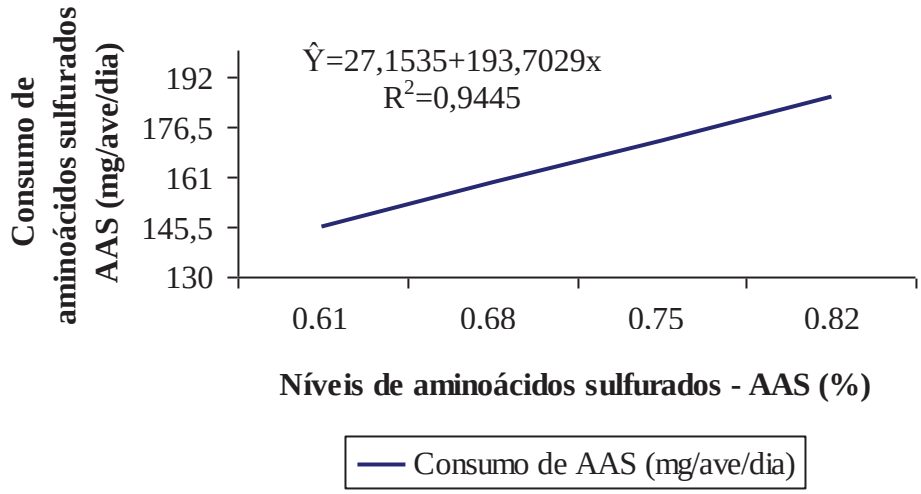


Figura 2. Consumo estimado de aminoácidos sulfurados por codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados na dieta

Os resultados obtidos para consumo de metionina+cistina corroboram com Cupertino et al. (2009), que trabalharam com poedeiras comerciais e cinco níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis (0,49 a 0,70%) na ração. De acordo com esses autores, o consumo de metionina+cistina digestíveis aumentou linearmente com a elevação dos teores desses aminoácidos na dieta.

Sabe-se que as aves regulam o consumo de energia, através de ajustes efetuados no consumo voluntário de alimento. Entretanto, o mesmo ajuste não é comum entre as aves para regular a ingestão de proteína bruta ou aminoácidos sulfurados. Segundo Costa et al. (2004), o consumo de ração não é, necessariamente, controlado pelo nível proteico da dieta. Diante disso, justifica-se o aumento linear observado para consumo de metionina+cistina, no presente estudo. As codornas receberam dietas com teores crescentes de aminoácidos sulfurados e não regularam o consumo destes nutrientes, entre os tratamentos experimentais, priorizando a ingestão constante de energia (Tabelas 2 e 3).

Embora tenha ocorrido menor consumo de metionina+cistina em aves que receberam dietas contendo menores concentrações de aminoácidos sulfurados, os dados de desempenho das aves criadas sob condições de termoneutralidade não foram influenciados negativamente por esse fato, exceto o peso dos ovos.

Entretanto, aves alojadas sob estresse térmico por calor, apresentaram alterações efetivas em um número maior de características produtivas, como peso dos ovos, massa dos ovos e conversão alimentar por kg de ovos produzidos.

A porcentagem de postura de aves alojadas sob condições de termoneutralidade (Tabela 2) ou sob estresse cíclico por alta temperatura (Tabela 3), não sofreram efeitos dos teores de aminoácidos sulfurados das dietas, sendo observadas médias de 89,46 e 86,44%, respectivamente.

Sabe-se que a metionina é um aminoácido limitante para a produção de aves, influenciando diretamente a deposição protéica, o desenvolvimento de penas, a produção de ovos, atuando ainda no metabolismo de lipídeos (Kalinowski et al., 2003).

Afirmando a importância da metionina sobre a produção de ovos, diversos pesquisadores identificaram alterações na porcentagem de postura de aves poedeiras ao avaliarem níveis de metionina+cistina nas dietas (Costa et al., 2009; Cupertino et al., 2009; Reis et al., 2011).

Costa et al. (2009) estudaram os efeitos de cinco níveis de metionina+cistina digestíveis (0,55, 0,61, 0,67, 0,73 e 0,79%) sobre o desempenho de codornas japonesas e verificaram efeito quadrático dos tratamentos sobre a produção de ovos, obtendo-se maior porcentagem de postura com a utilização do nível estimado de 0,668% de

aminoácidos sulfurados na dieta. Reis et al. (2011) constataram comportamento quadrático dos níveis de metionina+cistina digestíveis avaliados (0,65 a 0,90%) sobre a produção de ovos de codornas japonesas, obtendo maior produção para o nível estimado de 0,793%. Pinto et al. (2003) ao estudarem níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis que variaram de 0,60 a 0,85%, constataram comportamento quadrático dos tratamentos sobre a porcentagem de postura de codornas japonesas, obtendo maior produção ao nível estimado de 0,713%, a partir do qual, possivelmente, tenha ocorrido um desbalanço aminoacídico que promoveu redução da sínese protéica e inibição do aminoácido limitante, ocasionando redução na taxa de postura.

Entretanto, os efeitos observados por estes autores não foram detectados no presente estudo, visto que não foram observadas diferenças para produção de ovos entre as aves dos tratamentos experimentais. Diante disso, pode-se presumir que não houve desbalanço aminoacídico decorrente dos níveis de metionina+cistina utilizados, sendo que todas as concentrações avaliadas supriram as exigências das aves para produção de ovos.

A ausência de efeitos dos níveis de metionina+cistina das dietas observada sobre a produção de ovos corrobora com dados verificados por Scottá et al. (2011). Os autores avaliaram cinco níveis de metionina+cistina digestíveis para codornas japonesas em fase de produção e também não constataram efeito da elevação dos teores de aminoácidos sulfurados sobre a porcentagem de postura. Garcia et al. (2005), investigaram três níveis de metionina+cistina (0,700, 0,875 e 1,050%) em rações de codornas japonesas e não observaram influência dos níveis de aminoácidos sulfurados das dietas na produção de ovos.

Quanto à ausência de efeitos sobre a porcentagem de ovos íntegros, viáveis à comercialização, os dados obtidos corroboram com os resultados de Reis et al. (2011). Os autores não notaram influência dos níveis de metionina+cistina digestíveis (0,65 a 0,90%) em dietas para codornas japonesas, na produção de ovos com casca íntegra. Porém, informações contrárias foram obtidas por Geraldo et al. (2010), que detectaram comportamento quadrático dos níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis (0,578 a 0,81%) sobre a porcentagem de ovos viáveis, obtendo-se maior produção de ovos

comercializáveis com a utilização de 0,735% de metionina+cistina na ração de poedeiras.

O peso dos ovos, produzidos por aves alojadas sob condições de termoneutralidade ou sob estresse cíclico por calor, aumentou linearmente com a elevação dos níveis de aminoácidos sulfurados.

O maior peso estimado, obtido para aves alojadas sob temperatura neutra constante, foi de 10,92 g, com consumo estimado de 202,98 mg de aminoácidos sulfurados/ave/dia. Para aves alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, o maior peso estimado foi de 10,39 g, com consumo estimado de 185,99 mg de metionina+cistina/ave/dia. As representações gráficas e as equações de regressão linear são apresentadas nas Figuras 3 e 4.

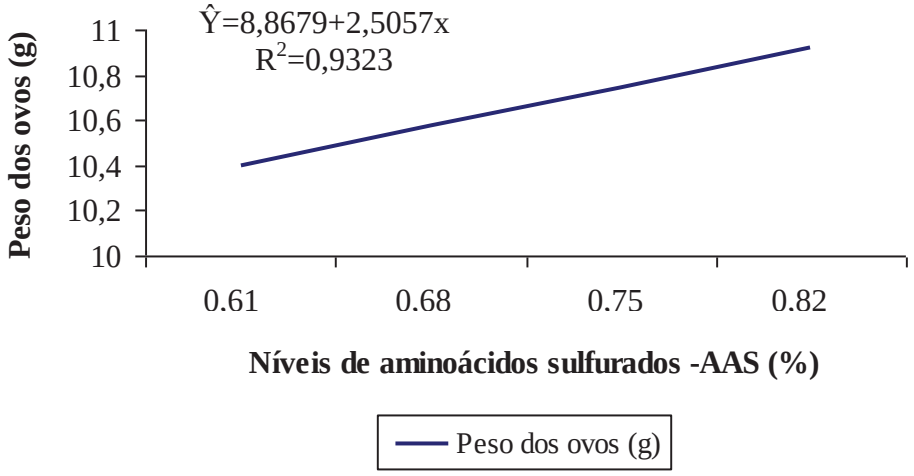


Figura 3. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta

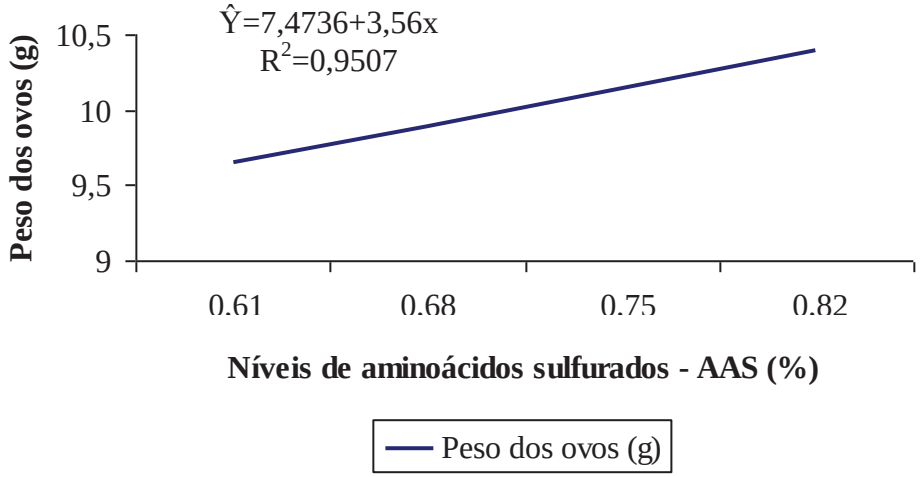


Figura 4. Peso estimado dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta

Os efeitos benéficos da suplementação de metionina sobre o peso de ovos são evidentes na literatura, o que reafirma os dados observados no presente estudo. Segundo Reis et al. (2011), a metionina é o aminoácido iniciador da síntese protéica e uma de suas principais vias de ação é atuar na produção de ovos em termos de quantidade produzida e peso. Isso justifica os efeitos dos teores de aminoácidos sulfurados sobre o peso dos ovos, na grande maioria dos trabalhos de pesquisa verificados.

Ainda de acordo com Reis et al. (2011), em estudo efetuado com codornas japonesas e seis níveis de aminoácidos sulfurados na dieta, observou-se aumento no peso médio dos ovos com a elevação dos níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis na ração até o nível de 0,84%, que correspondeu a um consumo médio de 224,28 mg de metionina+cistina/ave/dia. Scottá et al. (2011) avaliaram cinco níveis de metionina+cistina digestíveis (0,60 a 0,88%) em dietas contendo 21,5% de proteína bruta e observaram efeito quadrático dos tratamentos sobre o peso dos ovos de codornas japonesas, obtendo-se maximização da característica com a utilização do nível estimado de 0,773%.

Costa et al. (2009) avaliaram rações para codornas japonesas contendo cinco níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis (0,55 a 0,79%) e detectaram aumento linear no peso dos ovos com a elevação dos teores de metionina+cistina das dietas. Presume-se que este resultado pode ter sido influenciado pelo consumo de aminoácidos

sulfurados pelas aves, visto que o mesmo foi elevado de 149,11 para 210,54 mg/ave/dia, com a elevação dos níveis de aminoácidos sulfurados nas dietas. Pinto et al. (2003) trabalharam com seis concentrações de metionina+cistina na dieta de codornas japonesas (0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80 e 0,85) e encontraram maior peso dos ovos com o nível estimado de 0,739%.

Influência dos níveis de metionina e cistina sobre o peso de ovos, foram verificados ainda por outros autores (Shafer et al., 1998; Hamrs & Russel, 2003; Pavan et al. 2005), evidenciando a importância dos aminoácidos em questão para uma boa formação dos ovos.

Conforme citado anteriormente, efeitos dos aminoácidos sulfurados sobre o peso dos ovos são comuns na literatura, visto a importância destes aminoácidos sobre os processos de deposição protéica e sobre o metabolismo de lipídeos (Kalinowski et al., 2003). Entretanto, alguns autores não notaram influência de níveis de metionina+cistina sobre este parâmetro. Garcia et al. (2005) avaliando três níveis de aminoácidos sulfurados em dietas para codornas japonesas (0,70, 0,875 e 1,050%), não obtiveram efeitos dos tratamentos no peso dos ovos produzidos. Calculando-se os consumos de metionina+cistina, nota-se que os níveis avaliados proporcionaram consumos que variaram de 174,86 a 262,08 mg de aminoácidos sulfurados/ave/dia. Stringhini et al. (1998) não verificaram melhora no peso dos ovos de codornas quando os níveis de aminoácidos sulfurosos das rações, contendo 2850 kcal EM/kg ração e 20% de proteína bruta, foi elevado de 0,784 para 0,833%.

A massa de ovos de aves alojadas sob condições de termoneutralidade não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, obtendo-se média de 9,54 g/ave/dia (Tabela 2). Entretanto, efeitos dos tratamentos foram verificados na massa de ovos de codornas criadas sob estresse cíclico por calor, obtendo-se aumento linear na massa com a elevação dos teores de metionina+cistina das dietas (Tabela 3). A representação gráfica e a equação de regressão encontram-se na Figura 5.

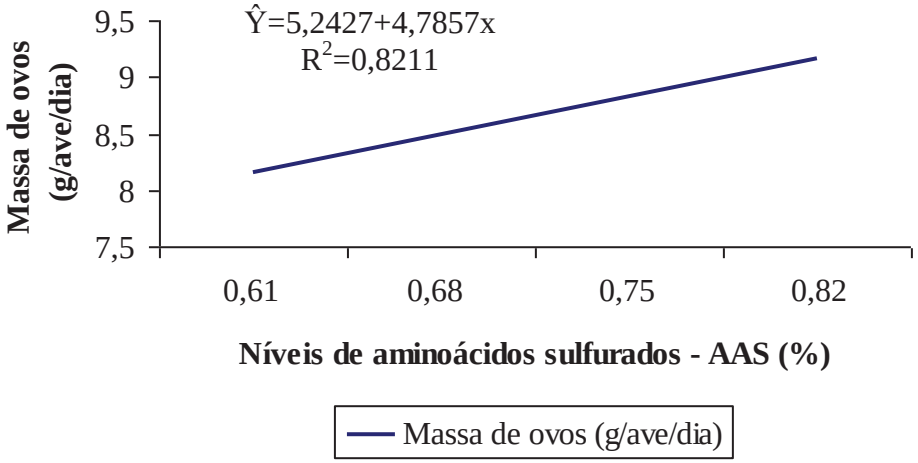


Figura 5. Massa estimada dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta

A ausência de alterações significativas dos tratamentos na massa de ovos de aves criadas em ambiente termoneutro (Tabela 2) concorda com os dados relatados por Garcia et al. (2005). Esses autores avaliaram os efeitos de níveis de metionina+cistina nas rações, sobre o desempenho de codornas japonesas, e não verificaram influência efetiva das dietas sobre a massa de ovos.

Entretanto, levando-se em consideração que a massa de ovos relaciona os índices de porcentagem de postura e peso dos ovos, e que este último é geralmente influenciado pelos teores de metionina+cistina das dietas, esperava-se que a massa de ovos das aves criadas sob temperatura neutra, seguisse a mesma tendência verificada para peso dos ovos. Entretanto, isso não ocorreu para aves criadas sob ambiente neutro, sendo observado apenas para aves alojadas sob condições de estresse cíclico por alta temperatura. De acordo com a Figura 5, nota-se que o nível de 0,82% apresentou o maior valor estimado para massa de ovos, que foi de 9,17g/ave/dia.

Scottá et al. (2011) também observaram efeito linear crescente dos níveis de metionina+cistina digestíveis (0,60 a 0,88%) em dietas contendo 21,5% de proteína bruta, sobre a massa de ovos de codornas japonesas. Possivelmente, esse resultado pode ser justificado, pelo aumento observado no consumo médio de metionina+cistina pelas aves, que variou de 149,70 mg/ave/dia para 231,35 mg/ave/dia. Costa et al. (2009)

detectaram efeito quadrático dos teores de aminoácidos sulfurados digestíveis das rações (0,55 a 0,79%) sobre a massa de ovos de codornas japonesas, obtendo-se maior massa com o nível estimado de 0,696%. Pinto et al. (2003) verificaram influência dos níveis de metionina+cistina digestíveis das dietas (0,60 a 0,85%) na massa de ovos de codornas japonesas, obtendo-se efeito quadrático dos tratamentos e maximização da característica com o teor estimado de 0,727%.

As conversões alimentares por dúzia e por massa de ovos produzidos por aves criadas em ambiente termoneutro não foram influenciadas pelos tratamentos, obtendo-se médias de 0,35 e 2,70, respectivamente. Já codornas alojadas sob altas temperaturas não sofreram influência dos teores de metionina+cistina apenas sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos (média de 0,32), pois a conversão alimentar por massa de ovos melhorou linearmente com a elevação dos níveis de aminoácidos sulfurados nas rações. A representação gráfica e a equação de regressão são observadas na Figura 6.

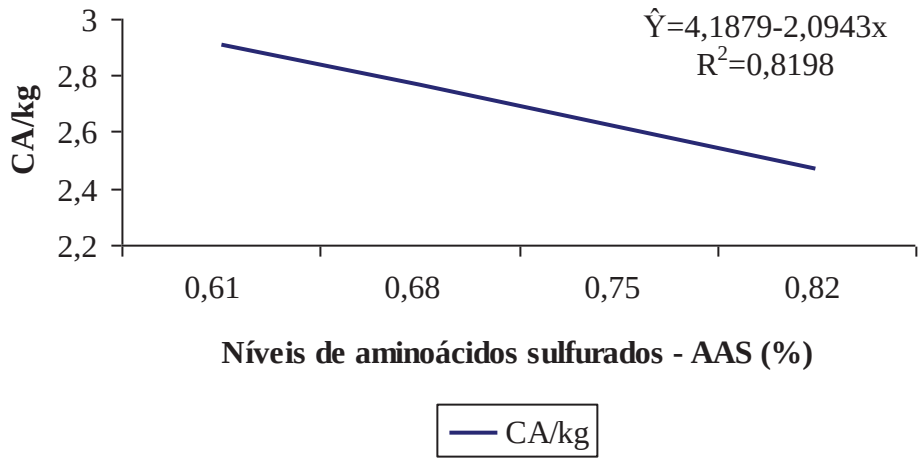


Figura 6. Conversão alimentar por massa de ovos estimada de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta

Analisando-se os dados de conversão alimentar apresentados na Tabela 2, levando-se ainda em consideração que não foram observadas diferenças significativas sobre o consumo de ração, porcentagem de postura e massa de ovos, justifica-se a ausência de efeitos dos tratamentos sobre as conversões por dúzia e por massa de ovos,

em aves alojadas sob temperatura neutra, visto que estas características são dependentes daquelas outras.

Sob a mesma lógica, e levando-se em consideração os dados de conversão alimentar por dúzia de ovos, consumo de ração e porcentagem de postura apresentados na Tabela 3, justifica-se a ausência de efeitos significativos dos tratamentos sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos por codornas criadas sob estresse por calor.

De acordo com a Figura 6, nota-se que os índices de conversão alimentar por massa foram melhores, com a elevação dos níveis de metionina+cistina das rações. Estes resultados, provavelmente, foram influenciados pelos dados obtidos para massa de ovos, que apresentaram efeito linear crescente, e pelo consumo de ração, que não apresentou alterações significativas (Tabela 3).

Resultados que afirmam ou são contrários aos resultados obtidos no presente estudo, para aves alojadas sob condições de termoneutralidade ou sob estresse cíclico por calor, são verificadas na literatura.

Garcia et al. (2005) não observaram efeitos dos níveis de metionina+cistina avaliados (0,700, 0,875 e 1,050%) sobre as conversões alimentares por dúzia e por massa de ovos de codornas japonesas, obtendo-se médias de 0,41 e 2,98, respectivamente. Pinto et al. (2003) não detectaram influência dos níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis utilizados nas dietas (0,60 a 0,85%) na conversão alimentar por massa de ovos de codornas japonesas, que apresentou média de 2,68. Scottá et al. (2011) não verificaram alterações significativas dos teores de metionina+cistina digestíveis das rações (0,60 a 0,88%) sobre a conversão alimentar por massa de ovos de codornas, obtendo média de 2,68%. No entanto, Costa et al. (2009) constataram efeito quadrático sobre as conversões alimentares por dúzia e massa de ovos de codornas japonesas, em função dos níveis de metionina+cistina digestíveis empregados nas dietas (0,55, 0,61, 0,67, 0,73 e 0,79%), obtendo melhores índices com a utilização de 0,68% de aminoácidos sulfurados.

Em virtude dos dados de desempenho observados na Tabela 2, a utilização de 0,61% de metionina+cistina digestível para rações de codornas japonesas em fase de postura e alojadas sob condições de termoneutralidade, é viável, pois embora tenha

apresentado menor peso de ovos, essa alteração não foi suficiente para alterar significativamente a massa de ovos, característica de extrema importância dentro de uma criação de aves poedeiras, pois relaciona a produção em termos percentuais e o peso médio dos ovos. Segundo Costa et al. (2009), a importância desta relação pode ser confirmada pelo fato de que as necessidades nutricionais das aves estão diretamente relacionadas à mantença e à produção, e assim, quanto mais ovos em gramas são produzidos pelas aves, maior são as necessidades de ingestão dos nutrientes em questão. Além de proporcionar boa massa de ovos, o nível de 0,61% de metionina+cistina na ração, presume menor custo para sua produção.

Analisando-se os resultados da Tabela 3 e as Figuras 4, 5 e 6, a utilização do nível de 0,82% de metionina+cistina digestível, em dietas de codornas japonesas criadas sob condições de estresse por calor, é recomendada para obtenção de maior massa de ovos e melhor conversão por massa de ovos.

QUALIDADE INTERNA DOS OVOS

Os dados referentes à qualidade interna dos ovos produzidos por aves alojadas sob temperatura neutra constante e sob estresse cíclico por calor, encontram-se nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	ALB (%)	GEM (%)	CORGE	SOTOT (%)
0,61	62,81	29,14	7,79	27,15
0,68	62,09	29,90	7,75	26,92
0,75	62,04	29,96	7,79	26,85
0,82	62,12	29,93	8,01	26,75
Média	62,26	29,74	7,84	26,92
CV (%)	0,77	1,72	2,15	1,89
PROBABILIDADE	0,067	0,063	0,100	0,650

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV- Coeficiente de Variação

Tabela 5. Porcentagem de albúmen (ALB), porcentagem de gema (GEM), cor de gema (CORGE) e porcentagem de sólidos totais (SOTOT) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	ALB (%)	GEM (%)	CORGE	SOTOT (%)
0,61	62,29	29,51	7,82	26,38
0,68	62,26	29,68	7,77	26,44
0,75	61,89	30,11	7,82	26,79
0,82	62,42	29,47	7,73	26,57
Média	62,21	29,64	7,78	26,55
CV (%)	1,25	2,80	2,34	1,53
PROBABILIDADE	0,745	0,615	0,855	0,411

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Conforme a Tabela 4 verifica-se que não houve alterações significativas das concentrações de aminoácidos sulfurados das dietas nos parâmetros de qualidade interna dos ovos. As médias observadas foram de 62,26%, 29,74%, 7,84 e 26,92%, respectivamente, para porcentagens de albúmen e gema, cor de gema e teor de sólidos totais. E de acordo com a Tabela 5, pode-se observar que também não houve efeitos dos tratamentos sobre porcentagem de albúmen, porcentagem de gema, cor de gema e teor de sólidos totais, obtendo-se médias respectivas de 62,21%, 29,64%, 7,78 e 26,55%.

Segundo Coon (2002), os sólidos do albúmen são quase inteiramente proteicos, e a demanda de proteína e aminoácidos para sua formação é grande, ou seja, uma carência de proteína ou aminoácidos resultaria em decréscimo da quantidade de albúmen, e conseqüentemente no tamanho do ovo. Sabe-se ainda que a metionina é um aminoácido limitante para a produção de ovos, influenciando diretamente a deposição protéica e o metabolismo de lipídeos (Kalinowski et al., 2003).

De acordo com o exposto, e levando-se em consideração que alterações significativas no peso dos ovos e no consumo de aminoácidos sulfurados foram observadas (Tabelas 2 e 3), esperava-se que os resultados de porcentagem de albúmen e de gema fossem influenciados pela ingestão diferenciada de metionina+cistina. Entretanto, isso não ocorreu. O consumo de aminoácidos sulfurados pelas aves, principalmente dos maiores valores observados para os níveis de 0,75 e 0,82%, não influenciou a deposição proteica ou de lipídeos no albúmen e na gema dos ovos, visto a

ausência de efeitos verificada sobre estes constituintes do ovo (Tabelas 4 e 5). Da mesma forma, justifica-se a ausência de efeitos sobre o teor de sólidos totais.

Resultados semelhantes foram verificados por Scottá et al. (2011). Os autores avaliaram níveis crescentes de metionina+cistina na dieta de codornas japonesas (0,60 a 0,88%) e também não notaram efeitos destes sobre as porcentagens de albúmen e de gema. Da mesma forma, Costa et al. (2009) avaliando níveis de aminoácidos sulfurados na dieta de codornas, que variaram de 0,55 a 0,79%, não observaram diferenças sobre os mesmos parâmetros.

Reis et al. (2011) avaliando seis níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis para codornas japonesas (0,65 a 0,90%) também não verificaram efeitos dos tratamentos sobre a porcentagem de albúmen dos ovos; entretanto, observaram efeito linear crescente dos níveis de metionina+cistina na porcentagem de gema, atribuindo esse efeito ao aumento verificado para peso dos ovos.

Concordando com Reis et al. (2011), Garcia et al. (2005) também detectaram alterações efetivas dos teores de metionina+cistina (0,700, 0,875 e 1,050%) das rações sobre a porcentagem de gema dos ovos de codornas japonesas. Os autores notaram que a utilização de 0,875% de aminoácidos sulfurados proporcionou maior porcentagem de gema em relação ao nível de 0,700%, sendo que o maior nível de metionina+cistina avaliado apresentou média intermediária aos demais níveis testados. Outros autores também constataram aumento na porcentagem dos componentes dos ovos com o aumento dos níveis de metionina+cistina na dieta das aves (Shafer et al., 1998; Harms & Russsel, 2003; Novak et al., 2004).

A cor da gema não foi influenciada pelos tratamentos avaliados (Tabelas 4 e 5). Esse resultado pode ser atribuído a composição nutricional das dietas experimentais (Tabela 1), que apresentou inclusão equivalente de milho entre os tratamentos. O milho é um ingrediente rico em pigmentantes, que exercem efeitos diretos sobre a coloração da gema. A composição calculada de pigmentantes entre os tratamentos, foi semelhante, justificando-se a ausência de efeitos dos tratamentos sobre a cor da gema dos ovos.

QUALIDADE EXTERNA DOS OVOS

Os resultados referentes à qualidade externa dos ovos podem ser verificados nas Tabelas 6 e 7, respectivamente, para aves alojadas sob condições de termoneutralidade e sob estresse cíclico por calor.

Tabela 6. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	CASCA (%)	ESPC (mm)	GE (g/cm^3)	RESIS (kgf)
0,61	8,05	0,20	1,075	1,0810
0,68	8,00	0,20	1,074	1,0931
0,75	7,99	0,20	1,075	1,0472
0,82	7,95	0,20	1,075	1,0556
Média	8,00	0,20	1,074	1,0692
CV (%)	2,07	2,21	0,11	6,05
PROBABILIDADE	0,827	0,455	0,707	0,656

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Tabela 7. Porcentagem de casca (CASCA), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	CASCA (%)	ESPC (mm)	GE (g/cm^3)	RESIS (kgf)
0,61	8,20	0,20	1,074	1,0293
0,68	8,07	0,20	1,073	0,9938
0,75	7,99	0,20	1,073	0,9845
0,82	8,11	0,21	1,073	1,0556
Média	8,09	0,20	1,073	1,0158
CV (%)	1,76	3,00	0,12	6,38
PROBABILIDADE	0,178	0,098	0,666	0,316

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Conforme a Tabela 6, não houve influência dos níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis sobre as características avaliadas. As médias observadas foram de 8,00%,

0,20mm, 1,074g/cm^3 e 1,0692 kgf, respectivamente, para porcentagem de casca, espessura de casca, gravidade específica do ovos e resistência da casca à quebra.

De acordo com a Tabela 7, os níveis de metionina+cistina das dietas não alteraram a qualidade da casca dos ovos produzidos por aves sob estresse cíclico por calor. As médias observadas para porcentagem de casca, espessura de casca, gravidade específica e resistência da casca à quebra foram de 8,09%, 0,20mm, 1,073g/cm^3, e 1,0158 kgf, respectivamente.

Embora os níveis de metionina+cistina tenham proporcionado efeito linear crescente sobre os pesos dos ovos (Figuras 3 e 4), as porcentagens de casca não foram alteradas de forma significativa pelos tratamentos. Diante disso, pode-se presumir que a relação peso do ovo:peso da casca, que segundo Moura et al. (2010) possui razão inversamente proporcional, não foi influenciada.

A relação existente entre peso do ovo e peso da casca é confirmada em outros trabalhos. Reis et al. (2011) observaram efeito linear crescente dos níveis de aminoácidos sulfurados da dieta sobre o peso dos ovos e comportamento linear decrescente para porcentagem de casca de ovos de codornas japonesas. A tendência inversamente proporcional foi verificada também por Costa et al. (2009), que verificaram comportamentos lineares antagônicos para peso dos ovos (crescente) e porcentagem de casca (decrescente) em ovos de codornas japonesas. Pinto et al. (2003) verificaram comportamento quadrático dos níveis de aminoácidos sulfurados da dieta sobre o peso dos ovos e sobre a porcentagem de casca de ovos de codornas japonesas. Os autores verificaram que para obtenção de máximo peso do ovo, a utilização de 0,739% era recomendada e notaram que a menor porcentagem de casca foi obtida com o nível estimado de 0,704% de metionina+cistina.

Entretanto, os dados obtidos no presente estudo, concordam com os resultados apresentados por Scottá et al. (2011), que detectaram efeitos dos níveis de metionina+cistina no peso dos ovos, porém não verificaram diferenças sobre a porcentagem de casca em ovos de codornas japonesas, ao avaliarem níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis na dieta dessas aves.

De acordo com a literatura, a metionina é um aminoácido que mantém estreita relação com a formação do ovo, em especial com números de produção, peso e massa

dos ovos (Shafer et al., 1998; Belo et al., 2000; Pavan et al., 2005; Costa et al., 2009; Scottá et al., 2011). Entretanto, sua influência sobre a qualidade da casca é reduzida, sendo considerada indireta, visto que é decorrente, geralmente, do aumento no peso dos ovos.

Os resultados verificados no presente estudo para gravidade específica dos ovos concordam com dados relatados por Costa et al. (2009). Os autores avaliaram níveis de metionina+cistina digestíveis em dietas para codornas japonesas (0,55 a 0,79%) e não observaram alterações na gravidade específica dos ovos, obtendo-se média de 1,069g/cm^3.

De acordo com os resultados das Tabelas 6 e 7, e levando-se em consideração que níveis de cálcio e fósforo exercem influência direta sobre a formação da casca dos ovos, pode-se inferir que os níveis destes nutrientes utilizados nas dietas experimentais (2,41 e 0,34%, respectivamente), foram suficientes para suprir a demanda para formação da casca, mesmo sendo inferiores aos níveis preconizados pelo NRC (1994), de 2,5 e 0,35%.

Entre as variáveis de gravidade específica, espessura da casca, porcentagem de casca e resistência da casca à quebra, existe uma elevada correlação positiva. E, segundo Molino et al. (2009), a melhor forma de avaliar a qualidade da casca é verificando sua resistência à quebra. No entanto, pesquisas que avaliam esse parâmetro são relativamente novas na literatura, o que não permite comparação ampla de resultados.

TEORES DE EXTRATO ETÉREO E PROTEÍNA BRUTA DOS OVOS E TEORES DE NITROGÊNIO DAS EXCRETAS

Os dados obtidos para extrato etéreo e proteína bruta dos ovos, e teores de nitrogênio das excretas, expressos em 100% de matéria seca, são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente, para aves alojadas sob condições de termoneutralidade e sob estresse cíclico por calor.

Tabela 8. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) dos ovos, expressos na matéria seca, e teores de nitrogênio (N) das excretas, expressos na matéria seca, de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	OVOS		EXCRETAS
	EE (%)[Q]	PB (%)	N (%)
0,61	37,08	44,74	6,97
0,68	38,33	44,48	6,44
0,75	38,36	44,61	6,78
0,82	38,01	44,99	6,53
Média	37,95	44,70	6,68
CV (%)	1,90	4,57	10,49
PROBABILIDADE	0,043	0,982	0,564

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação
[Q] Efeito quadrático (p≤0,05)

Tabela 9. Teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), expressos na matéria seca, dos ovos e teores de nitrogênio (N), expressos na matéria seca, das excretas de codornas japonesas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	OVOS		EXCRETAS
	EE (%)	PB (%)	N (%)
0,61	35,64	47,48	6,71
0,68	36,20	46,57	6,71
0,75	37,51	46,52	7,15
0,82	37,50	45,63	5,97
Média	36,71	46,55	6,63
CV (%)	7,59	4,17	13,61
PROBABILIDADE	0,641	0,532	0,187

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Conforme dados da Tabela 8, nota-se que os níveis de aminoácidos sulfurados alteraram, significativamente, os teores de extrato etéreo nos ovos, obtendo-se efeito quadrático dos tratamentos sobre a característica, e maior concentração de lipídeos nos ovos com a utilização do nível estimado de 0,74%. A representação gráfica e a equação de regressão encontram-se na Figura 7.

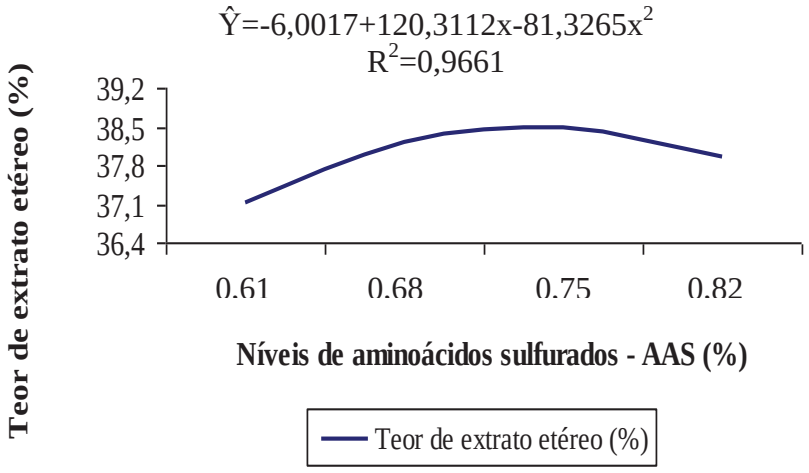


Figura 7. Teores de extrato etéreo, expressos na matéria seca, dos ovos de codornas japonesas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados da dieta

Ainda de acordo com a Tabela 8, nota-se que em valores absolutos, a deposição de lipídeos nos ovos apresentou pequena amplitude de variação entre os tratamentos, o que pode ser explicado pelo consumo equivalente de energia metabolizável e proteína bruta entre as aves (Tabela 2). Esse fato, provavelmente, contribuiu para que alterações significativas não tenham sido observadas sobre a porcentagem de sólidos totais, e não tenham alterado a composição dos ovos, em termos de porcentagem de gema e albúmen (Tabela 4).

Garcia et al. (2005), avaliaram três níveis de aminoácidos sulfurados (0,700; 0,875 e 1,050%) em dietas de codornas japonesas e verificaram menor porcentagem de extrato etéreo na gema dos ovos com a utilização do menor teor de metionina+cistina avaliado. A maior porcentagem foi obtida com a utilização de 1,050% de aminoácidos sulfurados nas rações e o nível de 0,875%, proporcionou teor de lipídeos intermediário entre os demais níveis avaliados.

Para aves alojadas sob temperatura neutra constante ou sob estresse por calor, não foram observados efeitos dos tratamentos na porcentagem de proteína bruta dos ovos, o que pode ser justificado pelos índices similares de consumo de proteína bruta pelas aves (Tabelas 2 e 3). A ausência de efeitos sobre o consumo de proteína e sobre a

concentração deste nutriente nos ovos, indica que as aves destinaram de forma semelhante a proteína ingerida para formação dos ovos, não sendo possível uma diferenciação entre os tratamentos.

Em relação ao consumo diferenciado de aminoácidos sulfurados observado entre os tratamentos (Tabelas 2 e 3), presume-se que a influência da metionina sobre a deposição proteica e sobre o metabolismo lipídico, descrita por Kalinowski et al. (2003), não tenha sido suficiente para alterar, de forma significativa, as porcentagens de extrato etéreo e proteína bruta dos ovos (Tabelas 8 e 9).

Os dados observados no presente estudo, tanto para aves criadas sob temperatura neutra constante como para codornas sob estresse cíclico por alta temperatura concordam com Garcia et al. (2005), que não verificaram alterações dos teores de aminoácidos sulfurados das rações (0,700 a 1,050%) na porcentagem de proteína bruta dos ovos. Geraldo et al. (2010) não observaram efeitos dos níveis de metionina+cistina digestíveis (0,578 a 0,810%) na porcentagem de proteína bruta do albúmen e sobre a porcentagem de albúmen dos ovos de poedeiras comerciais.

Ausência de efeitos dos tratamentos foi verificada também sobre o teor de nitrogênio das excretas (Tabelas 8 e 9).

Levando-se em consideração, novamente, que as aves consumiram quantidades equivalentes de proteína bruta entre os tratamentos (Tabelas 2 e 3), e que de acordo com dados das Tabelas 2, 3, 4 e 5, destinaram de forma similar a proteína para a produção e composição dos ovos, justifica-se a inexistência de alterações significativas sobre o teor de nitrogênio excretado.

Além disso, as amplitudes de variação entre os níveis de aminoácidos sulfurados dos tratamentos, provavelmente, não foram suficientes para alterar a excreção de nitrogênio pelas aves.

VARIAÇÃO DE PESO

A variação de peso das aves, durante o período experimental, pode ser observada nas Tabelas 10 e 11, respectivamente, para aves criadas sob ambiente termoneutro e sob estresse cíclico por alta temperatura.

Tabela 10. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de termoneutralidade, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

AAS (%)	VARIAÇÃO DO PESO/AVE (g)
0,61	-3,41
0,68	-4,78
0,75	-4,58
0,82	-4,58
Média	-4,34
CV (%)	25,22
PROBABILIDADE	0,222

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Não foi verificada influência dos tratamentos sobre a variação do peso das aves, obtendo-se redução média no peso de 4,34 g/ave, durante o período experimental.

O consumo de proteína bruta pelas aves, que obteve média de 4,61g/ave/dia, pode ter contribuído para a redução do peso corporal.

De acordo com Yamane et al. (1980), Pinto et al. (2002) e Freitas et al. (2005), para obtenção de ótimos índices de produção, codornas japonesas devem consumir diariamente 4,9; 6,0 e 4,4g de proteína/ave, respectivamente. A média obtida no presente estudo situa-se abaixo das recomendações de Yamane et al. (1980) e de Pinto et al. (2002), e acima do preconizado por Freitas et al. (2005).

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se inferir que todos os tratamentos (2800 kcal EM/kg ração e 18% de proteína bruta) foram suficientes para manter os índices de produção e qualidade dos ovos, não afetando negativamente a produtividade das aves. Entretanto, os níveis nutricionais utilizados nas dietas não foram eficientes para evitar redução no peso corpóreo.

Tabela 11. Variação do peso de codornas alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, em função do nível de aminoácidos sulfurados (AAS) da dieta

	VARIAÇÃO DO PESO/AVE (g)
AAS (%)	
0,61	-3,78
0,68	-3,83
0,75	-3,87
0,82	-3,79
Média	-3,82
CV (%)	22,47
PROBABILIDADE	0,999

(p>0,05) – Efeito não significativo; CV – Coeficiente de Variação

Não foram observadas alterações significativas sobre a variação do peso entre as aves alimentadas com dietas contendo níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis. Houve redução média no peso corpóreo de 3,82 g/ave, durante o período experimental.

De acordo com os resultados, e levando-se em consideração que as aves foram alojadas sob condições de estresse cíclico por altas temperaturas, presume-se que todos os níveis de aminoácidos sulfurados avaliados não conseguiram evitar a utilização de reservas corporais pelas aves, que provavelmente apresentavam metabolismo acelerado, na tentativa de manter a homeotermia e a produção de ovos.

Deve-se salientar que a média de porcentagem de postura observada (86,44%), encontra-se dentro dos parâmetros normais de produção para codornas entre 17 e 25 semanas de idade, de acordo com Murakami & Ariki (1998). Portanto, as aves mantiveram a produção, mesmo sob condições desfavoráveis de temperatura, sendo que para isso, utilizaram suas reservas corporais.

CONCLUSÕES

Rações para codornas japonesas em produção, alojadas sob condições de termoneutralidade, podem conter 0,61% de metionina+cistina digestíveis, ou consumo estimado de 162,31 mg AAS/ave/dia, para obtenção de boa massa de ovos. Dietas para

codornas japonesas em produção, alojadas sob condições de estresse cíclico por calor, devem conter 0,82% de aminoácidos sulfurados digestíveis, ou consumo estimado de 185,99 mg AAS/ave/dia, para obtenção de melhores índices de massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos produzidos.

REFERÊNCIAS

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

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.5, p. 1152-1166, 2004.

BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C. Oil and fat in broiler nutrition. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** v.7, n.3, p.129-141, 2005.

BARBOSA, R.J; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p. 507-517, 2000.

BELO, M.T.S.; COTTA, J.T.B.; OLIVEIRA, A.I.G. Níveis de metionina em rações para codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) na fase inicial de postura. **Agrotecnologia,** v. 24, n. 4, p. 1068-1078, 2000.

CHEE, K.M.; POLIN, D. Effect of methionine and methods of feeding on feed intake. **Poultry Science**, v. 57, p. 1126, 1978.

COON, C. Feeding egg-type replacement pullets. In: Bell DD. **Commercial chicken meat and egg production.** 5th. Massachusetts: Kluwer Academic, 2002. p. 287-393.

COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, V.P.; GOULART, C.C. et al. Nutritional requirements of digestible methionine + cystine for japanese quails in production phase. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, n. 12, p. 2389-2393, 2009.

COSTA, F.G.P.; SOUZA, H.C.; GOMES, A.V.C. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1421-1427, 2004.

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de metionina+cistina digestíveis para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p. 238-1246, 2009.

FERREIRA, D.F. **Programa Sisvar.exe. Sistema de Análises de Variância**. Versão 3.04, 1998.

FORBES, J.M.; SHARIATMADARI, F. Diet selection for protein by poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 50, n.1, p. 7-23, 1994.

FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 838-846, 2005.

GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C. et al. Protein, methionine+cystine and lysine levels for japanese quails during the production phase. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 7, n.1, p. 11-18, 2005.

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

GERALDO, A.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Níveis de metionina + cistina digestíveis em rações para poedeiras no pico de produção. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n. 5, p. 1216-1224, 2010.

HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. Performance of commercial laying hens fed diets with various levels of methionine. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, p. 449-455, 2003.

HARPER, A.E.; BENEVENGA, N.J.; WOHLHUETER, R.M. Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. **Physiological Reviews**, v. 50, n. 3, p. 428-558, 1970.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura**. Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1063-1069, 2006.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR, E.T.; WYATT, C. Methionine and cystine requirements of slow-and fast-feathering male broilers from three to six weeks of age. **Poultry Science**, v. 82, p. 1428-1437, 2003.

MOLINO, A.B.; GARCIA, E.A.; GONÇALVES, H.C. et al. Avaliação de medidas de qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. In: VII CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2009, São Pedro, APA, 2009, **Anais...** p. 164-167.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; LANNA, E.A.T. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1266-1271, 2010.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas.** 1 ed. Jaboticabal (SP): FUNEP; 1998. 79p.

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

NOVAK, C.; YAKOUT, H.; SCHEIDELER, S. The combined effects of lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. **Poultry Science**, v. 83, p. 977-984, 2004.

NATIONAL RESEARCH CONCIL - NRC. **Nutrient Requeriments of Poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994, 156p.

PAVAN, A.C.; MORI, C.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a

excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 568-574, 2005.

PINTO, R.; FERRERA, A.S.; DONZELE, J.L. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. 5, p. 1166-1173, 2003.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1761-1770, 2002.

REIS, R.S.; BARRETO, S.L.T.; LIMA, H.J.D. et al. Relationship of methionine plus cystine with lysine in idets for laying japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1031-1037, 2011.

REZENDE, J.A.A. **Níveis de proteína, aminoácidos sulfurosos em ração de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica)**. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1993. 178p. Tese (Livre-Docência). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1993.

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

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2 ed, Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

SCOTTÁ, B.A.; VARGAS JR, J.G.; PETRUCCI, F.B. et al. Metionina mais cistina digestível e relação metionina mais cistina digestível: lisina para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 729-738, 2011.

SHAFER, D.J.; CAREY, J.B.; PROCHASKA, J.F. Dietary methionine intake on egg component yield, composition, functionality and texture profile analysis. **Poultry Science**, v. 77, p. 1056-1062, 1988.

STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; CAFÉ, M.B. et al. Níveis de energia metabolizável e de metionina em rações para codornas (Coturnix coturnix japonica) em postura. **Acta Scientiarum**, v.20, n. 3, p. 407-411, 1998.

VILLELA, J.L. **Criação de codornas**. Cuiabá (MT): SEBRAE, 1998. 91p.

YAMANE, T.; ONO, K.; TANAKA, T. Energy requirements of laying japanese quail. **British Poultry Science**, v.21, p. 451-455, 1980.

CAPÍTULO 5

IMPLICAÇÕES

Grande parte das informações nutricionais existentes para codornas japonesas são conflitantes e as exigências em energia e nutrientes baseiam-se, principalmente, em tabelas de exigências nutricionais de outros países, não sendo essas, ideais para as condições tropicais brasileiras. Além disso, a maioria dos dados compilados existentes foram obtidos a muitos anos, com aves que apresentavam potencial genético bastante diferente das codornas criadas atualmente.

Diante do exposto, o presente estudo avaliou os efeitos de níveis de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos sulfurados sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas, alojadas sob condições de termoneutralidade e de estresse cíclico por calor, para determinar níveis de utilização que beneficiem a produtividade das aves, favorecendo economicamente o produtor.

Os resultados observados indicaram ser viável a utilização de 2800 kcal EM/kg ração para aves alojadas sob temperatura neutra constante ou sob estresse cíclico por calor, sendo que o consumo médio observado para aves sob condições termoneutras foi de 77,90 kcal/ave/dia, e o consumo médio de codornas sob estresse cíclico por alta temperatura foi de 72,13 kcal/ave/dia.

Em relação à proteína bruta, foi observado que a utilização de 18% deste nutriente em dietas para aves alojadas sob condições de termoneutralidade ou sob estresse cíclico por calor é viável, sem prejuízos sobre o desempenho ou sobre a qualidade dos ovos produzidos. A utilização deste teor proteico nas dietas promoveu consumos estimados de 5,05 e 4,67g de proteína/ave/dia, respectivamente, para aves alojadas sob temperatura neutra constante e sob estresse cíclico por calor.

Quanto aos níveis de metionina+cistina a serem adotados, os dados indicaram a utilização de 0,61% (consumo estimado de 162,31 mg/ave/dia) e 0,82% (consumo estimado de 185,99 mg/ave/dia) de aminoácidos sulfurados digestíveis em rações de codornas japonesas alojadas sob condições termoneutras e sob estresse cíclico por alta temperatura, respectivamente.

Portanto, os dados obtidos no presente estudo corroboram com recomendações relatadas na literatura por outros autores, para codornas japonesas em fase de postura. Entretanto, muitas divergências também foram encontradas. Deve-se salientar que os níveis de proteína bruta recomendados na literatura variaram de 16% até 25%, enquanto

as recomendações de energia metabolizável também apresentaram elevada heterogeneidade, variando de 2600 a 3150 kcal. Quanto aos teores de aminoácidos sulfurados digestíveis, as recomendações de consumo variaram de 164 a 223 mg de metionina+cistina/ave/dia. Essas diferenças talvez reflitam variações genéticas, experimentais ou climáticas, que muito expressivamente afetam o desempenho das codornas.

De acordo com os dados observados no presente estudo e levando-se em consideração as divergências observadas na literatura, quanto às recomendações nutricionais para codornas, conclui-se que mais pesquisas devem ser efetuadas, principalmente sob condições ambientais que reflitam a realidade climática brasileira, para que possam ser adotados programas eficientes de alimentação para estas aves, otimizando-se a produtividade.