

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MAYRA FERNANDA RIZZO SILVA

Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina.

MAYRA FERNANDA RIZZO SILVA

Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina.

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria

Pirassununga - SP

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

S586d Silva, Mayra Fernanda Rizzo
Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de
poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína
bruta, metionina e lisina / Mayra Fernanda Rizzo Silva –
Pirassununga, 2006.
107 f.
Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia
de Alimentos – Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria.
Unitermos: 1. Albúmen 2. Aminoácidos 3. Ovos, armazenamento
4. Gema I. Título.

Ao meu marido Maykel Antonio Silva pela
compreensão de minha ausência,
pelo apoio e incentivo em minhas "batalhas",
por estar presente e fazer parte de minha vida!
Nada disso seria o suficiente se não
fosse o amor e carinho que tem por
mim!!!

Por estes e tantos outros motivos lhe
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria pela contribuição para minha formação através de sua orientação e das oportunidades oferecidas, possibilitando alcançar meu crescimento profissional, intelectual e humano;

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos pelas condições e oportunidades oferecidas durante a realização do curso de doutorado;

À Coordenação e Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

A Prefeitura do campus administrativo da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, pela concessão da moradia estudantil durante o curso;

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia por colocar a disposição o setor de avicultura;

Aos professores do curso de Pós Graduação em Zootecnia (Qualidade e Produtividade Animal) da FZEA, pelos conhecimentos passados e amizade compartilhada;

Aos membros da banca de qualificação pelas sugestões propostas, as quais me ajudaram no desenvolvimento científico e intelectual deste trabalho e aos membros da banca examinadora pela participação e contribuição em minha formação;

Aos amigos Bruno José Deponti, Luiz Gustavo Rombola e Flávio Henrique Araújo Silva pela participação infalível na coleta de dados dos ensaios experimentais, assim como pela agradável amizade;

Aos funcionários da Pós-graduação, secretaria do ZAZ, setor de avicultura e fábrica de ração pelo apoio e colaboração em todas as fases do curso de doutorado;

À Rei Frango Abatedouro LTDA pela oportunidade de crescimento profissional, antes mesmo da conclusão do curso de doutorado;

E a todos os amigos que de alguma forma contribuíram para que minha passagem pela FZEA/USP – Pirassununga fosse lembrada com saudades e carinho.

RESUMO

RIZZO SILVA, M.F. **Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina.** 2006. 107f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

Foram conduzidos dois experimentos com um total de 416 poedeiras Hisex White, com os objetivos de avaliar os efeitos de diferentes níveis dietários de proteína bruta (PB) e de lisina (LIS) sobre as características de desempenho, qualidade interna dos ovos e determinar o balanço e o coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio (Experimento 1) e avaliar os efeitos de diferentes níveis dietários de LIS e metionina (MET) sobre o desempenho, qualidade interna dos ovos e propriedades funcionais dos componentes dos ovos (Experimento 2). No Experimento 1, foram utilizadas 160 poedeiras alojadas individualmente e submetidas ao delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 x 2, com os fatores: níveis de PB (12%, 14%, 16% e 18%) e de LIS (0,85% e 1,00%), totalizando oito tratamentos com cinco repetições de quatro aves cada. No Experimento 2, foram utilizadas 256 poedeiras alojadas individualmente e submetidas ao DIC em arranjo fatorial 4x4, com os fatores: níveis de LIS (0,482%, 0,682%, 0,882% e 1,082%) e de MET (0,225%, 0,318%, 0,411% e 0,505%), totalizando 16 tratamentos com quatro repetições de quatro aves cada. O desempenho foi avaliado por meio das características consumos de ração (CR), lisina (CLIS), metionina (CMET), proteína bruta (CPB) e de energia (CE), peso (PO), produção (PROD) e massa de ovos (MO), e conversão alimentar (CA). As características CPB, PO e MO tiveram respostas linear crescente. A qualidade interna dos ovos foi avaliada por meio das características peso e porcentagens de albúmen (ALB%) e gema (GEM%), e unidade Haugh (UH). A ALB% apresentou diferença significativa com resposta linear crescente. Em ambos experimentos, a qualidade dos ovos armazenados foi mensurada pelas características UH, PO e altura de albúmen, as quais apresentaram melhores resultados quando os ovos foram conservados em ambiente refrigerado. No entanto, independente do ambiente, a qualidade dos ovos piorou com o aumento do tempo de armazenamento. Respostas máximas das análises de proteína, sólidos totais,

viscosidade e pH dos componentes albúmen e gema, foram obtidas quando as aves foram alimentadas com a concentração média de 15,33% de PB na dieta. No Experimento 1, após o término do período experimental foram realizadas coletas das excretas por um período de três dias para cálculo do balanço de nitrogênio, sendo observado aumento significativo da ingestão e excreção de nitrogênio conforme o incremento de PB na dieta. No experimento 2, as características CR, CMET, CE, PROD, PO e MO apresentaram resposta máxima quando as aves foram alimentadas com as concentrações dietárias médias de 0,870% de LIS e de 0,450% de MET. A classificação dos ovos por tipo e as características de qualidade interna e externa dos ovos não sofreram influência dos diferentes níveis dietários de MET e LIS. As propriedades funcionais dos componentes albúmen e gema foram avaliadas por meio da qualidade do cozimento com a confecção de bolos tipos Angel e Sponge cakes, a qual não foi influenciada pelos tratamentos. Conclui-se que níveis médios de 15,33% de PB, 0,450% de MET e 0,870% de LIS satisfazem as exigências das poedeiras para as características avaliadas.

Palavras-chave: albúmen, aminoácidos, armazenamento de ovos, gema, processamento, sólidos totais.

ABSTRACT

RIZZO SILVA, M.F. **Performance, egg quality, and nitrogen balance of commercial laying hens fed different dietary levels of crude protein, methionine and lysine.** 2006. 107p. Thesis – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

Four hundred sixteen Hisex White hens were used to evaluate the effects of different dietary levels of crude protein (CP) and lysine (LYS) on performance, internal egg quality and to determine the nitrogen balance and its apparent metabolizability coefficient (Experiment 1), and to evaluate the effects of different dietary levels of LYS and methionine (MET) on performance, internal egg quality and functional properties of egg components (Experiment 2). One hundred sixty hens were randomly distributed in a 4 x 2 factorial scheme: CP levels (12%, 14%, 16% and 18%) and LYS levels (0,85% and 1,00%) totalizing eight treatments with five replicates of four birds each (Experiment 1). Two hundred fifty six hens were randomly distributed in a 4 x 4 factorial scheme: LYS levels (0,482%, 0,682%, 0,882% and 1,082%) and MET levels (0,225%, 0,318%, 0,411% and 0,505%) totalizing sixteen treatments with four replicates of four birds each (Experiment 2). Several characteristics were evaluated such as performance: intakes of feed, LYS, MET, CP and energy, egg production, egg weight, egg mass, and feed conversion; internal egg quality: weight and percentages of egg albumen and egg yolk, Haugh unit; quality of stored eggs: Haugh unit, egg weight and albumen height; analyses of concentrations of protein, total solids, viscosity and pH of the egg components. The characteristics intake of CP, egg weight, egg mass, and albumen percent showed positive and linear response. In both experiments, the quality of stored eggs was better when eggs were stored in refrigerated environment than natural environment. However, irrespective of the environment, the internal egg quality was impaired as the time of storage was increased. Maximum responses for analyses of protein, total solids, viscosity, and pH of albumen and yolk were obtained when hens were fed diets containing 15,33% of CP. In the Experiment 1, after the experimental period, another assay was carried out to determine the nitrogen balance by using total excreta procedure during a three-day period. It was observed increase of intake and excretion of nitrogen as the content of CP in the diet was increased. In the

Experiment 2, feed intake, MET intake, energy intake, egg production, egg weight, and egg mass showed maximum responses when hens were fed diets containing 0,870% of LYS and 0,450% of MET. Egg grading, internal and external egg quality characteristics were not influenced by the different dietary levels of MET and LYS. The functional properties of egg components (cooking quality by making Angel and Sponge cakes) were not affected by the treatments. It was concluded that hens fed diets containing 15,33% of CP, 0,450% of MET, and 0,870% of LYS show optimum performance, internal and external egg quality.

Key-words: albumen, amino acids, egg storage, processing, total solids, yolk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 01 | Peso do ovo em função dos níveis de proteína bruta na dieta..... | 54 |
| Figura 02 | Massa de ovos em função dos níveis de proteína bruta na dieta..... | 54 |
| Figura 03 | Porcentagem de albúmen em função dos níveis de proteína bruta na dieta..... | 58 |
| Figura 04 | Desdobramento da interação entre lisina e proteína bruta para a característica proteína bruta do albúmen. | 70 |
| Figura 05 | Desdobramento da interação entre lisina e proteína bruta para a característica proteína bruta da gema..... | 70 |
| Figura 06 | Desdobramento da interação entre lisina e proteína bruta para a característica sólidos totais do albúmen..... | 71 |
| Figura 07 | Desdobramento da interação entre lisina e proteína bruta para a característica sólidos totais da gema..... | 71 |
| Figura 08 | Produção de ovos em função dos níveis de lisina na dieta | 82 |
| Figura 09 | Produção de ovos em função dos níveis de metionina na dieta..... | 82 |
| Figura 10 | Peso do ovo em função dos níveis de metionina na dieta..... | 83 |
| Figura 11 | Massa de ovos em função dos níveis de lisina na dieta..... | 83 |
| Figura 12 | Massa de ovos em função dos níveis de metionina na dieta | 84 |
| Figura 13 | Desdobramento da interação entre lisina e metionina para a característica consumo de lisina..... | 84 |
| Figura 14 | Desdobramento da interação entre lisina e metionina para a característica sólidos totais do albúmen..... | 98 |
| Figura 15 | Desdobramento da interação entre lisina e metionina para a característica sólidos totais da gema..... | 98 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabela 01 | Indicação dos tratamentos experimentais | 29 |
| Tabela 02 | Temperatura máxima, mínima e médias semanais, durante o período experimental. (maio a junho de 2003)..... | 30 |
| Tabela 03 | Teores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos dos ingredientes (g por 100g do produto na matéria natural)..... | 31 |
| Tabela 04 | Composição percentual das dietas experimentais | 32 |
| Tabela 05 | Classificação dos ovos comerciais conforme o tipo. | 35 |
| Tabela 06 | Indicação dos tratamentos experimentais | 41 |
| Tabela 07 | Temperatura máxima, mínima e médias semanais, durante o período experimental (outubro a novembro de 2003)..... | 42 |
| Tabela 08 | Composição percentual das dietas experimentais. | 43 |
| Tabela 09 | Médias dos tratamentos para desempenho de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e lisina | 51 |
| Tabela 10 | Equações de regressão das características de desempenho das aves em função dos níveis de Proteína bruta da dieta. | 52 |
| Tabela 11 | Médias dos tratamentos para qualidade interna do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e lisina. | 57 |
| Tabela 12 | Equação de regressão da característica porcentagem de albúmen em função dos níveis de Proteína bruta da dieta..... | 58 |
| Tabela 13 | Médias dos tratamentos para armazenamento de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e lisina na dieta. | 60 |
| Tabela 14 | Desdobramento da interação dos fatores ambiente e período de armazenamento para as características unidade Haugh, peso do ovo e altura do albúmen. | 60 |
| Tabela 15 | Médias dos tratamentos para determinação do balanço de nitrogênio das dietas e das excretas de poedeiras comerciais em função dos níveis de proteína bruta e lisina da dieta..... | 63 |
| Tabela 16 | Médias dos tratamentos das análises laboratoriais realizadas em ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina | 65 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Tabela 17 | Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão das características avaliadas em ovos de poedeiras em função dos níveis de proteína bruta da dieta..... | 69 |
| Tabela 18 | Coeficientes de correlação entre as características pH do albúmen (pHALB), pH da gema (pHGEM), viscosidade do albúmen (VISALB), viscosidade da gema (VISGEM) e unidade Haugh (UH) referentes à ovos provenientes de poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina | 72 |
| Tabela 19 | Médias de tratamentos para as características de desempenho de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de metionina e lisina..... | 74 |
| Tabela 20 | Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão das características de desempenho das aves em função dos níveis de metionina da dieta..... | 77 |
| Tabela 21 | Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão das características de desempenho das aves em função dos níveis de lisina da dieta | 78 |
| Tabela 22 | Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão do desdobramento da interação entre os fatores para as características de desempenho das aves em função dos níveis de metionina para cada nível de lisina nas dietas..... | 78 |
| Tabela 23 | Classificação em relação ao peso do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina e lisina..... | 81 |
| Tabela 24 | Médias dos tratamentos para qualidade interna de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de metionina e lisina. | 86 |
| Tabela 25 | Médias dos tratamentos para armazenamento de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de metionina e lisina nas dietas..... | 87 |
| Tabela 26 | Desdobramento da interação dos fatores ambiente e período de armazenamento para as características unidade de Haugh, peso do ovo (g) e altura de albúmen (mm)..... | 88 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Tabela 27 | Médias dos tratamentos para qualidade externa em ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina e lisina..... | 90 |
| Tabela 28 | Médias dos tratamentos para as características em ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina e lisina..... | 92 |
| Tabela 29 | Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão do desdobramento da interação entre os fatores para as características proteína bruta, sólidos totais, viscosidade, potencial hidrogeniônico do albúmen e da gema em função dos níveis de metionina da dieta | 96 |
| Tabela 30 | Coefficientes de correlação entre as características pH do albúmen (pHALB), pH da gema (pHGEM), viscosidade do albúmen (VISALB), viscosidade da gema (VISGEM) e unidade Haugh (UH) referentes à ovos provenientes de poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina e metionina..... | 97 |
| Tabela 31 | Médias dos tratamentos para propriedades funcionais de bolos (angel e sponge cakes) confeccionados com ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina e lisina..... | 100 |

LISTA DE BREVIATURAS

CP – Crude Protein

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

LIS - Lisina

LYS - Lysine

MET - Metionina

MET – Methionine (segue o significado em Português para ABSTRACT)

PB – Proteína Bruta

pH – potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 19 |
| 2.1 Proteína bruta e seus efeitos sobre o desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais. | 19 |
| 2.2 Níveis de metionina e seus efeitos sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais | 21 |
| 2.3 Níveis de lisina e seus efeitos sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais | 24 |
| 2.4 Principais fatores que influenciam a qualidade dos ovos armazenados | 25 |
| 3 MATERIAL E METODOS | 28 |
| 3.1 Experimento 1: Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e lisina sobre o desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais..... | 28 |
| 3.1.1 Local e período..... | 28 |
| 3.1.2 Animais, delineamento experimental e análise estatística | 28 |
| 3.1.3 Instalações, manejo e equipamentos | 29 |
| 3.1.4 Dietas experimentais | 30 |
| 3.1.5 Características avaliadas | 34 |
| 3.1.5.1 Características de desempenho | 34 |
| 3.1.5.1.1 Consumo de ração | 34 |
| 3.1.5.1.2 Consumo de proteína bruta..... | 34 |
| 3.1.5.1.3 Consumo de lisina | 34 |
| 3.1.5.1.4 Consumo de energia metabolizável | 34 |
| 3.1.5.1.5 Produção de ovos..... | 34 |
| 3.1.5.1.6 Peso dos ovos e classificação por tipo..... | 35 |
| 3.1.5.1.7 Massa de ovos | 35 |
| 3.1.5.1.8 Conversão alimentar | 35 |
| 3.1.5.2 Características de qualidade interna do ovo | 36 |
| 3.1.5.2.1 Porcentagem de albúmen e gema..... | 36 |
| 3.1.5.2.2 Unidade Haugh em ovos frescos | 36 |
| 3.1.5.2.3 Unidade Haugh em ovos armazenados em diferentes condições ambientais | 36 |
| 3.1.5.3 Características de qualidade externa dos ovos..... | 37 |

| | |
|--|----|
| 3.1.5.3.1 Porcentagem de casca..... | 37 |
| 3.1.5.3.2 Espessura da casca | 37 |
| 3.1.5.4 Determinação do balanço, excreção e do coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio..... | 37 |
| 3.1.5.5 Análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema..... | 38 |
| 3.1.5.5.1 Concentração de proteína dos componentes albúmen e gema | 38 |
| 3.1.5.5.2 Concentração de sólidos totais dos componentes albúmen e gema..... | 38 |
| 3.1.5.5.3.Viscosidade dos componentes albúmen e gema | 38 |
| 3.1.5.5.4 Potencial Hidrogeniônico (pH) dos componentes albúmen e gema | 39 |
| 3.2 Experimento 2: Efeitos de diferentes níveis de metionina e lisina sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais | 40 |
| 3.2.1 Local e período..... | 40 |
| 3.2.2 Animais, delineamento experimental e análise estatística | 40 |
| 3.2.3 Instalações, manejo e equipamentos | 41 |
| 3.2.4 Dietas experimentais | 42 |
| 3.2.5 Características avaliadas | 45 |
| 3.2.5.1 Características de desempenho | 45 |
| 3.2.5.1.1 Consumo de ração | 45 |
| 3.2.5.1.2 Consumo de Lisina..... | 45 |
| 3.2.5.1.3 Consumo de Metionina..... | 45 |
| 3.2.5.1.4 Consumo de energia metabolizável | 45 |
| 3.2.5.1.5 Produção de ovos..... | 45 |
| 3.2.5.1.6 Peso dos ovos e classificação dos ovos por tipo | 45 |
| 3.2.5.1.7 Massa de ovos | 45 |
| 3.2.5.1.8 Conversão alimentar | 45 |
| 3.2.5.2 Características de qualidade interna dos ovos..... | 45 |
| 3.2.5.2.1 Porcentagem de albúmen e gema..... | 45 |
| 3.2.5.2.2 Unidade Haugh em ovos frescos | 45 |
| 3.2.5.2.3 Unidade Haugh em ovos armazenados em diferentes condições ambientais | 45 |
| 3.2.5.3 Características de qualidade externa dos ovos..... | 46 |
| 3.2.5.3.1 Porcentagem de casca..... | 46 |
| 3.2.5.3.2 Espessura da casca | 46 |
| 3.2.5.4 Análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema..... | 46 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 3.2.5.4.1 | Concentração de sólidos totais dos componentes albúmen e gema..... | 46 |
| 3.2.5.4.2 | Viscosidade dos componentes albúmen e gema | 46 |
| 3.2.5.4.3 | Potencial Hidrogeniônico – pH dos componentes albúmen e gema | 46 |
| 3.2.5.5 | Propriedades funcionais | 46 |
| 3.2.5.5.1 | Propriedades funcionais do componente albúmen..... | 47 |
| 3.2.5.5.1.1 | Características avaliadas no “angel cake” | 47 |
| 3.2.5.5.1.2 | Confecção do “angel cake” | 47 |
| 3.2.5.5.2 | Propriedades funcionais do componente gema | 48 |
| 3.2.5.5.2.1 | Características avaliadas no “sponge cake” | 48 |
| 3.2.5.5.2.2 | Confecção do “sponge cake” | 48 |
| 4 | Resultados e discussão..... | 49 |
| 4.1 | Experimento 1: Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e lisina sobre o desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais..... | 49 |
| 4.1.1 | Características de desempenho..... | 49 |
| 4.1.2 | Características de qualidade interna do ovo | 55 |
| 4.1.3 | Determinação da ingestão, excreção, balanço e do coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio | 61 |
| 4.1.4 | Análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema..... | 64 |
| 4.1.4.1 | Concentração de proteína dos componentes albúmen e gema | 64 |
| 4.1.4.2 | Concentração de sólidos totais dos componentes albúmen e gema..... | 64 |
| 4.1.4.3 | Viscosidade dos componentes albúmen e gema | 66 |
| 4.1.4.4 | Potencial Hidrogeniônico – pH dos componentes albúmen e gema | 66 |
| 4.2 | Experimento 2: Efeitos de diferentes níveis de metionina e lisina sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais | 73 |
| 4.2.1 | Características de desempenho..... | 73 |
| 4.2.2 | Características de qualidade interna e externa dos ovos | 85 |
| 4.2.2.1 | Qualidade interna dos ovos | 85 |
| 4.2.2.2 | Qualidade externa dos ovos..... | 89 |
| 4.2.3 | Análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema..... | 91 |
| 4.2.3.1 | Concentração de sólidos totais dos componentes albúmen e gema..... | 91 |
| 4.2.3.2 | Viscosidade dos componentes albúmen e gema | 91 |
| 4.2.3.3 | Potencial Hidrogeniônico – pH dos componentes albúmen e gema | 93 |
| 4.2.4 | Propriedades funcionais | 99 |

| | |
|---|------------|
| 4.2.4.1 Propriedades funcionais do componente albúmen..... | 99 |
| 4.2.4.1.1 Características avaliadas no “angel cake” | 99 |
| 4.2.4.2 Propriedades funcionais do componente gema | 99 |
| 4.2.4.2.1 Características avaliadas no “sponge cake” | 99 |
| 5 CONCLUSÕES | 101 |
| 6 REFERÊNCIAS..... | 102 |
| | |
| Anexo A - Médias elaboradas na classificação dos ovos no Experimento | |
| (1)..... | 106 |

1 INTRODUÇÃO

Os ovos processados são produtos industrializados que são comercializados nas formas líquida e em pó, ambas contendo ovo integral homogeneizado ou componentes individuais (albúmen e gema). Essas formas de apresentação do ovo vêm ganhando mercado nos últimos anos devido sua praticidade na utilização e armazenamento. No Japão, 45% dos ovos consumidos são processados (Ban, 2002), nos EUA 30% (American Egg Board, 2002) e no Brasil o consumo está em torno de 4% e com boas perspectivas de crescimento em curto prazo (Avicultura Industrial, 2002).

Segundo Faria, Faria Filho e Rizzo (2002) a maior parte dos ovos processados é destinada às indústrias alimentícias para produção de maioneses, temperos para saladas, biscoitos, pães, massas, chocolates, sorvetes, alimentos infantis e produtos cárneos. Ainda, segundo os autores, uma pequena parcela de produtos derivados de ovos é utilizada para itens não alimentícios, como a indústria farmacêutica, de biotecnologia, de couro, de cosméticos e outros.

Com o aumento da demanda de ovos processados, a indústria de processamento de ovos passou a especificar a qualidade da matéria prima utilizada, ao invés de usar ovos pequenos que não se enquadravam nos padrões de venda ao consumidor. Atualmente, as indústrias exigem ovos com tamanho, peso e frescor bem definidos, além do conteúdo de sólidos nos componentes dos ovos que deve ser alto para maior rendimento no processamento.

O ovo é constituído em média por 61% de albúmen, 30% de gema e 9% de casca, sendo que o albúmen possui 12% e a gema 51% de sólidos totais, respectivamente (Tharrington, Curtis e Jones, 1999). Para a indústria, o processamento do albúmen é mais oneroso em relação ao da gema, já que possui baixo rendimento de sólidos totais e constitui a maior parte do ovo. Além dessas características intrínsecas do albúmen que aumentam o custo para processamento, há uma menor demanda deste componente pelo comércio quando comparado a gema.

Dessa forma, a relação gema:albúmen, assim como a concentração de sólidos totais são pontos determinantes do rendimento industrial. Diversos

fatores podem influenciar essas características, como a idade da ave (Hussein, Harms, Janky, 1993; Ahn, Kim, Shu, 1997; Suk & Park, 2001; Silversides & Scott, 2001), genética (Ahn, Kim, Shu, 1997; Tharrington, Curtis e Jones, 1999; Scott & Silversides, 2000; Suk & Park, 2001) e a nutrição (Shafer, Carey, Prochaska, 1996; Prochaska, Carey, Shafer, 1996; Faria, Junqueira, Souza, 2001; Sohail, Bryant, Roland, 2002).

Estudos vêm sendo realizados com o propósito de melhorar certas características dos componentes do ovo através da nutrição. Alguns trabalhos mais recentes indicam que a ingestão diária de maiores quantidades de lisina, metionina e treonina pode alterar as concentrações de proteína ou de sólidos totais dos componentes dos ovos (Shafer, Carey, Prochaska, 1996; Prochaska, Carey, Shafer, 1996; Shafer, Carey, Prochaska, 1998).

Considerando a importância do tema, a concentração de aproximadamente 42% do plantel nacional de poedeiras no estado de São Paulo e o potencial da indústria processadora de ovos em São Paulo e no Brasil, justifica-se plenamente a realização de novas investigações científicas para confirmar os achados de outros pesquisadores, bem como gerar novos conhecimentos que possam reverter em ganho de produtividade para o segmento de postura comercial, o qual envolve as unidades produtoras (granjas) e a indústria de processamento de ovos.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi determinar os níveis de proteína bruta, lisina e metionina e avaliar seus efeitos sobre as características de desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e propriedades funcionais dos componentes dos ovos de poedeiras brancas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Alguns estudos envolvendo a utilização de aminoácidos na alimentação de poedeiras têm mostrado a possibilidade de ganho no desempenho das aves e na qualidade dos ovos. Este acréscimo na qualidade dos ovos pode ser empregado na indústria de processamento de ovos, onde é dada grande importância para o tamanho e quantidade de sólidos totais dos ovos. Apesar do pequeno número de trabalhos envolvendo a utilização de lisina (Prochaska, Carey, Shafer, 1996) e metionina (Shafer, Carey, Prochaska, 1996; Shafer, Carey, Prochaska, 1998) com enfoque para a indústria de processamento, os resultados obtidos indicam boas perspectivas na melhoria das características dos componentes do ovo.

2.1 Proteína bruta e seus efeitos sobre o desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais.

Com a disponibilização de aminoácidos sintéticos para alimentação animal, como a lisina, metionina, treonina e triptofano, especula-se a possibilidade da redução do teor protéico em rações. Em um estudo sobre o desempenho de poedeiras White Leghorn utilizando baixos níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos, Keshavarz e Jackson (1992) utilizaram um controle positivo de 18, 16,5 e 15% de proteína bruta durante os períodos de 18 a 34, 34 a 50 e 50 a 66 semanas de idade, respectivamente. As aves do controle negativo receberam dietas contendo 14, 13 e 12% de proteína bruta. Os grupos com controle negativo tiveram suplementação de metionina, metionina + lisina, metionina + lisina + aminoácidos essenciais que estavam em deficiência. As aves do grupo com controle negativo recebendo 14, 13, e 12% de proteína bruta com adição de metionina, lisina e aminoácidos extras como triptofano e isoleucina não mostraram diferença na produção de ovos e peso dos ovos em relação ao controle positivo. No entanto, massa de ovos e peso das aves foi inferior ao das aves do controle positivo.

Estudando a excreção de nitrogênio por galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta, Summers (1993) observou que a

redução do nível de proteína de 17 para 13% não ocasionou reduções significativas na massa de ovos (41,66 vs 39,85 g) mostrando um possível aumento na utilização da proteína (ou nitrogênio) e revelando um aspecto positivo pela redução da excreção de nitrogênio para o meio ambiente. O autor enfatiza que devem ser otimizadas a proporção de proteína bruta na dieta e a produção de massa de ovos, com finalidade de diminuir a excreção de nitrogênio para o meio ambiente sem prejudicar o desempenho produtivo das aves.

Harms e Russell (1993) avaliaram em três experimentos a suplementação de aminoácidos em dietas com baixo teor protéico. No experimento 1, a dieta controle foi formulada com 17,61% PB e a dieta suplementada ou não com aminoácidos 14,89% de PB. No experimento 2, a dieta controle tinha 15,51% de PB e a dieta suplementada ou não com aminoácidos 13,00% de PB. No experimento 3, a dieta controle tinha 15,46% de PB e a dieta suplementada ou não com aminoácidos 12,70% de PB. O desempenho das aves nos três experimentos foi prejudicado quando as aves receberam dietas com baixo teor protéico sem suplementação de aminoácidos. No entanto, quando receberam as dietas suplementadas com aminoácidos recuperaram o desempenho igualando com os resultados das dietas controle.

Ao trabalharem com dois níveis de proteína (14 e 17%), sendo o nível mais baixo suplementado ou não com metionina (14% proteína + 0,14% metionina) e duas temperaturas ambiente (24 e 34 °C), Jenn-Chung, Chung-Yi, Peter (1998) observaram que em temperatura mais amena as aves que ingeriram a dieta suplementada com metionina tiveram ovos mais pesados quando comparado com o nível mais alto de proteína, salientando a importância do balanço de aminoácidos na dieta.

Meluzzi, Sirri, Tallarico e Franchini (2001) estudando a retenção de nitrogênio em poedeiras vermelhas com 24 semanas de idade ingerindo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (17, 15 e 13%) e concentrações constantes de aminoácidos e energia durante 16 semanas, observaram na primeira metade do experimento que o peso e a produção de ovos foram similares em todos os tratamentos. A partir da nona semana, o tratamento recebendo 15% de proteína bruta proporcionou ovos mais pesados e uma ligeira queda na deposição de massa de ovos. A conversão alimentar foi melhor

no grupo controle (17% de proteína bruta). Não houve diferença para ingestão de nitrogênio entre os três níveis de proteína bruta testados. O nitrogênio fecal proporcionou decréscimo linear e significativo com a redução da proteína na dieta e aproveitamento de 50% do nitrogênio ingerido. Considerando a proporção nitrogênio fecal e ingerido, o tratamento de 15% de proteína bruta na dieta proporcionou melhor utilização do nitrogênio da dieta.

Keshavarz e Austic (2004) estudando redução protéica em dietas de poedeiras com 36 semanas de idade observaram que dietas com 13% de proteína bruta mais a adição de metionina, lisina e triptofano como recomendado no NRC (1994) proporcionaram resultados semelhantes aos de uma dieta convencional com 16% de proteína bruta. No entanto, o desempenho das aves com a dieta convencional proporcionou melhor resultado para todas as características de produção avaliadas (produção de ovos, peso do ovo, massa de ovos, consumo de ração, conversão alimentar). Quanto à classificação dos ovos por tipo houve maior porcentagem de produção de ovos do tamanho grande ou maior para a dieta de 16% de proteína (89,5%) enquanto que as aves que receberam dieta com 13% de proteína bruta suplementada com os aminoácidos tiveram maior porcentagem de ovos com tamanho médio ou menor (35,1%). Os autores também avaliaram o aproveitamento do nitrogênio das dietas pelas aves, os resultados mostraram o valor já esperado de maior ingestão de nitrogênio pelas aves controle, já que a dieta possuía maior porcentagem de proteína bruta, não houve diferença para retenção e excreção de nitrogênio, no entanto para o valor absoluto de excreção de nitrogênio pelas aves houve diferença entre os tratamentos.

2.2 Níveis de metionina e seus efeitos sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais

Da mesma forma que a lisina, a metionina é capaz de promover melhora nos componentes do ovo. Ao estudarem dietas com adição de 1% de aminoácidos em excesso (lisina, metionina, treonina ou triptofano), Koelkebeck, Baker, Han (1991) observaram maior peso dos ovos para a dieta com adição de metionina, porém não diferenciou da dieta controle. A eficiência alimentar foi melhor para as dietas com adição de metionina e treonina, diferenciando apenas da dieta com excesso de lisina. Uma explicação razoável para o

incremento de proteína no albúmen envolve a insulina. O fornecimento de aminoácidos na dieta em elevados níveis pode induzir o aumento da incorporação destes no plasma, promovendo a liberação de insulina pelo pâncreas e conseqüentemente a captação de aminoácidos e síntese de proteína (Sturkie, 1986). Portanto, mostrando que a insulina tem efeito direto sobre os mecanismos específico na síntese de RNAm da ovalbumina.

Segundo Shafer, Carey, Prochaska (1996) a ingestão de metionina pode alterar a composição do ovo sem alterar o tamanho do mesmo. Esses autores ao trabalharem com ingestão de metionina de 326 e 512mg/ave/dia observaram maior peso dos ovos, massa de ovos e sólidos totais para albúmen e gema, quando utilizado o nível mais alto do aminoácido. No entanto, em outro estudo, trabalhando com níveis de ingestão de metionina intermediários (328; 354; 392 e 423mg/ave/dia) em relação ao estudo anterior, não foi observada diferença para produção de ovos e peso dos ovos entre os níveis testados. Em relação aos sólidos totais e proteínas do albúmen e gema, os dois níveis de ingestão mais elevados proporcionaram melhores resultados.

Em estudo mais recente Shafer, Carey, Prochaska, (1998) avaliando níveis altos de ingestão de metionina (413; 507 e 556mg/ave/dia) observaram que a porcentagem de albúmen aumentou com a ingestão de 507 e 556mg/ave/dia e a porcentagem de gema respondeu a ingestão de 556mg/ave/dia de metionina. Não houve diferença em relação aos sólidos da gema, no entanto, a porcentagem de proteína da gema aumentou com a utilização dos dois níveis mais altos de metionina na dieta. Os autores ainda avaliaram as propriedades funcionais dos componentes de ovos utilizando a confecção de bolos, e observaram maior altura para “angel cake”, quando utilizado o nível mais alto de metionina. Não houve diferença para volume de “angel cake” e para altura e volume de “sponge cake”.

Ao estabelecer exigências nutricionais de metionina+cistina para galinhas poedeiras leves (Lohmann Selected Leghorn) e semipesadas (Lohmann Brown) no segundo ciclo de produção, Barbosa, Soares e Rostagno (1999a) utilizaram dietas contendo 14,20% de proteína bruta e 0,484% de metionina+cistina, suplementadas com seis níveis de metionina (0; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; e 0,25%) e verificaram que as poedeiras leves proporcionaram melhores índices de produção, massa de ovos, e conversão alimentar e as semipesadas, maior peso

dos ovos e consumo de ração. As exigências de metionina+cistina estimadas por meio do modelo quadrático foram 0,692 e 0,655%, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Estas exigências correspondem ao consumo diário por ave de 785 e 779mg de metionina+cistina, respectivamente. Ao contrário do esperado, as poedeiras semipesadas foram menos exigentes que as leves, possivelmente por apresentarem produção de ovos e massa de ovos diários inferiores às poedeiras leves.

Em recente estudo, Togashi, Fonseca e Soares (2002) ao determinarem os níveis de metionina+cistina para poedeiras semipesadas (Isa Brown), observaram efeito quadrático para as características produção de ovos, peso do ovo, consumo de ração, conversão alimentar e Unidade Haugh. Os autores relatam que este comportamento, onde os menores valores são correspondentes aos menores níveis de metionina+cistina nas rações, ocorre devido a um provável desbalanço de aminoácidos, decorrente da modificação na composição e adição em excesso destes na dieta. Os níveis de metionina+cistina referente à exigência da ave para desempenho produtivo e qualidade do ovo foram respectivamente de 0,560 e 0,580%.

Keshavarz (2003) utilizando várias dietas com restrições de aminoácidos e vitaminas mostrou a importância da metionina na dieta de poedeiras. Ao reduzir o teor protéico da dieta de 16% para 13% não afetou o desempenho das aves, no entanto quando retirou a metionina da dieta das aves recebendo 13% de proteína bruta observou queda nas características de desempenho como produção de ovos, peso do ovo, massa de ovos, consumo de ração, conversão alimentar, além das características de classificação dos ovos, onde as aves passaram a produzir menor quantidade de ovos do tipo grande.

Estudando os efeitos de dietas contendo diferentes níveis de lisina (860 e 959mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (635, 689, 811 e 877mg/ave/dia) para o primeiro período e níveis inferiores de lisina (715 e 816mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (578, 607, 699 e 779mg/ave/dia) para o segundo período de idade, Novak, Yakout e Scheideler (2004) avaliaram dois períodos de idades variando de 20 a 43 semanas e 44 a 63 semanas. A ingestão de aminoácidos sulfurados totais afetou a porcentagem de gema e de sólidos totais da gema. As aves que ingeriram 811 e

699mg/ave/dia produziram gemas maiores e maior quantidades de sólidos totais de gema.

2.3 Níveis de lisina e seus efeitos sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais

Em estudo prévio desenvolvido por Jensen, Chang e Falen (1974) foram utilizados diferentes ingredientes para formular dietas contendo 16,0% de proteína bruta e níveis de lisina total de 0,702 a 0,786%, sendo que o nível mais elevado de lisina proporcionou maior produção e peso dos ovos. Ao utilizarem dietas com 15,5% de proteína bruta e níveis de lisina entre 0,500 e 0,800%, observaram maior produção e peso dos ovos para os níveis de 0,596 e 0,700%, respectivamente.

Ao trabalharem com ingestão de lisina variando de 667 a 1613mg/ave/dia Prochaska, Carey, Shafer, (1996) observaram que a maior ingestão de lisina proporcionou aumento no peso do ovo, do albúmen e na quantidade de sólidos totais e proteína no albúmen. Em outro estudo, com níveis mais estreitos de ingestão de lisina (638 a 1165mg/ave/dia) os autores referidos observaram que a ingestão de 828mg/ave/dia melhorou a produção de ovos, peso do albúmen e da gema, sendo que a ingestão de 1062mg/ave/dia proporcionou maior concentração de sólidos totais e proteína no albúmen.

Ao estimar níveis de lisina para galinhas poedeiras semipesadas (Lohmann Brown) e leves (Lohmann Selected Leghorn) no segundo ciclo de produção, Barbosa, Soares e Rostagno (1999b) verificaram melhora linear sobre as características de produção de ovos, massa de ovos, peso médio dos ovos e conversão alimentar para aves semipesadas, enquanto que para as aves leves foi observado um efeito quadrático ($c < 0$) para as mesmas características. Os autores ainda relataram que os níveis de lisina estimados em 0,800% para aves semipesadas e 0,760% para aves leves foram superiores ao recomendado por Rostagno, Albino e Donzele (2000) e pelo NRC (1994). No entanto, as aves semipesadas responderam ao nível máximo (0,800% lisina), sugerindo que é possível administrar níveis mais altos de lisina.

Segundo Kirunda e McKee (2000) a migração de água do albúmen para a gema e a baixa síntese protéica são fatores que podem diminuir os valores de unidade Haugh. A unidade Haugh é uma relação matemática entre o peso dos

ovos e a altura do albúmen, sendo que a altura do albúmen é um parâmetro para a qualidade interna do ovo.

Um estudo realizado Novak, Yakout e Scheideler (2004) utilizando galinhas Dekalb Delta com duas faixas etárias variando de 20 a 43 semanas e 44 a 63 semanas, avaliou os efeitos de dietas contendo diferentes níveis de lisina (860 e 959mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (635, 689, 811 e 877mg/ave/dia) para o primeiro período e níveis inferiores de lisina (715 e 816mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (578, 607, 699 e 779mg/ave/dia) para o segundo período. Os autores observaram que apesar de ocorrer um aumento na porcentagem de albúmen e nos sólidos do albúmen conforme se aumentou os níveis de lisina, nenhuma diferença significativa foi encontrada nos valores de unidade Haugh. As dietas com 959 e 816mg/ave/dia de ingestão de lisina nos períodos 1 e 2 respectivamente, proporcionaram melhores resultados para peso do ovo e eficiência alimentar. As dietas com níveis de aminoácidos sulfurados totais mostraram o máximo de produção de ovos e eficiência alimentar próximo de 811 e 699mg/ave/dia para os períodos 1 e 2, respectivamente. O peso dos ovos teve os níveis 877 e 779mg/ave/dia para as fases um e dois, respectivamente. A porcentagem de albúmen e os sólidos totais do albúmen aumentaram com o incremento da ingestão de lisina pelas aves. No entanto, os sólidos totais da gema diminuíram com o aumento da ingestão de lisina.

2.4 Principais fatores que influenciam a qualidade dos ovos armazenados

De acordo com estudo realizado por Fernandes; Guarato e Murakami (1983) avaliando os efeitos da temperatura sobre o tempo de armazenamento de ovos concluíram que a deterioração da qualidade interna do ovo, decorrente de oxidações em especial da proteína do albúmen e da gema que conduzem à crescente liquefação de seus componentes e conseqüente perda de água e CO₂ é caracterizado pela redução da unidade Haugh, queda nos índices de albúmen e gema, elevação do pH do álbum e gema, aumento da porcentagem de sólidos totais tanto do albúmen como da gema. A deterioração da qualidade interna do ovo é uma função direta do tempo de armazenamento, a temperatura é um fator primordial na armazenagem dos ovos para consumo, de maneira a reduzir a perda da qualidade interna, preservando o seu valor nutritivo. À

temperatura da geladeira (5°C) a perda da qualidade interna do ovo ocorre mais lentamente e em níveis inferiores àqueles ocorridos quando os ovos são mantidos à temperatura ambiente (25°C).

A viscosidade da gema está diretamente correlacionada com a resistência da membrana vitelina que é uma característica de qualidade da gema (Kirunda e Mckee, 2000). Conforme o tempo de estocagem do ovo aumenta, mais água passa do albúmen para a gema provocando uma alteração na viscosidade desse componente e conseqüente diminuição da resistência da membrana da gema.

Silversides e Scott (2001) estudando o tempo de estocagem de ovos observou perda progressiva na qualidade dos ovos com o passar dos dias (1 a 10 dias de avaliação). Os autores observaram alterações no peso do ovo, e nas porcentagens de casca, gema e albúmen. A altura e o pH do albúmen também sofreram queda na qualidade com o passar do tempo.

De acordo com Kirunda, Scheideler e McKee (2001) a unidade Haugh e o pH dos componentes internos dos ovos estão diretamente relacionados com a qualidade e características funcionais quando esses ovos são processados e utilizados pela indústria de alimentos. Conforme o pH do albúmen aumenta, podem ocorrer algumas alterações como a diminuição da espessura deste componente. Um albúmen de pequena espessura é relacionado com baixa síntese protéica ou degradação da ovomucina. Conforme o tempo de estocagem do ovo aumenta, o pH aumenta e o complexo ovomucina-carboidrato se desfaz resultando em um albúmen de pequena espessura, com grandes perdas em sua capacidade espumante e gelatinizante que é esperada pela indústria de alimentos. Conforme aumenta o pH da gema e do albúmen, diminui a qualidade do ovo. Um pH de albúmen alto interfere nos valores de unidade Haugh, conferindo ao ovo em questão, baixa qualidade principalmente se esse ovo for destinado ao processamento, uma vez que com pH mais alto o albúmen perde sua capacidade espumante e gelatinizante que é esperado pela indústria de alimentos.

Deponti (2004) fornecendo dietas com diferentes níveis de triptofano (0,13%; 0,15%; 0,17%; 0,19% e 0,21%) para poedeiras Hisex white com 51 semanas de idade, realizou a classificação dos ovos segundo o peso estabelecido pelo Ministério da Agricultura, e observou que tanto o peso dos

ovos como a classificação não proporcionaram diferença estatística. Ainda estudando a influência do aminoácido sobre a qualidade interna dos ovos, o autor não observou diferença entre os tratamentos para as características de unidade Haugh, porcentagem de albúmen e gema. Normalmente, ocorre uma diminuição da altura do albúmen e conseqüentemente um declínio dos valores de unidade Haugh conforme o tempo de estocagem dos ovos. Ainda o autor avaliou o pH da gema e observou que os valores encontrados estavam dentro do especificado pelo Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento (entre 6,0 e 7,0), já o pH do albúmen estava um pouco abaixo dos valores exigidos (entre 8,5 e 9,8). Avaliando seus dados observou que as gemas dos ovos proporcionaram maior viscosidade no tratamento com 0,13% de triptofano e os resultados de viscosidade do albúmen não foram consistentes. O Ministério da Agricultura, não especifica nenhum valor de viscosidade para os componentes de ovos.

Conforme a resolução 005 de 1991, baseada no decreto nº 99427 de 1990 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento a gema do ovo na forma líquida deve conter no mínimo 43,0% de sólidos totais; pH entre 6,0 e 7,0; máximo de 1,8% de cinzas; mínimo de 13,0% de proteína e mínimo de 27,5% de gordura. O albúmen, também na forma líquida deve conter mínimo de 11,0% de sólidos totais; pH entre 8,5 e 9,8; máximo de 0,7% de cinzas; mínimo de 9,5% de proteína e mínimo de 0,03% de gordura.

3 MATERIAL E METODOS

3.1 Experimento 1: Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e lisina sobre o desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais

3.1.1 Local e período

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo em Pirassununga - SP. O período experimental compreendeu os meses de maio a julho de 2003.

3.1.2 Animais, delineamento experimental e análise estatística

Foram utilizadas 160 poedeiras da linhagem Hisex White com 51 semanas de idade, alojadas individualmente em gaiolas metálicas e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 4 x 2, com os fatores: níveis de proteína bruta (12%, 14%, 16% e 18%) e lisina (0,85% e 1,00%), totalizando oito tratamentos com cinco repetições constituindo 40 unidades experimentais de quatro aves cada. O período experimental teve duração total de oito semanas (48 a 56 semanas de idade), sendo que as duas primeiras foram consideradas como um período de depleção/adaptação. Após o término do referido período experimental foi realizada a colheita de excretas para cálculo do balanço de nitrogênio.

Para avaliação dos efeitos do tempo de armazenamento sobre a qualidade interna dos ovos foram consideradas parcelas sub-subdivididas em ambiente natural e refrigerado (tratamento secundário), com cinco tempos de armazenamento: fresco (sem armazenamento), um, dois, três e quatro semanas.

Os dados experimentais foram analisados através do pacote estatístico SAS® (1998). Os dados foram submetidos ao teste de uniformidade das variâncias para realização da análise de variância. A análise de regressão foi aplicada apenas para dados que proporcionaram efeito significativo de níveis de proteína bruta e interação entre níveis de proteína bruta e lisina. Para as análises da classificação dos ovos por tipo houve a necessidade de se utilizar o

teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, devido à distribuição dos dados não apresentarem comportamento normal. O nível de significância utilizado foi de 5%. Os tratamentos utilizados no Experimento 1 encontram-se na Tabela 01.

Tabela 01 – Indicação dos tratamentos experimentais:

| Tratamentos | PB (%) | LIS (%) |
|--------------------|---------------|----------------|
| 1 | 12 | 0,85 |
| 2 | 12 | 1,00 |
| 3 | 14 | 0,85 |
| 4 | 14 | 1,00 |
| 5 | 16 | 0,85 |
| 6 | 16 | 1,00 |
| 7 | 18 | 0,85 |
| 8 | 18 | 1,00 |

3.1.3 Instalações, manejo e equipamentos

As aves foram alojadas individualmente em gaiolas de arame galvanizado medindo 0,25m x 0,45m x 0,40m (frente, profundidade e altura, respectivamente), dispostas em linha e providas de comedouro tipo calha de chapa galvanizada e bebedouros tipo nipple.

Ração e água foram fornecidos a vontade e o programa de luz adotado foi de 17 horas de luz por dia. As temperaturas foram registradas diariamente no período da manhã utilizando-se um termômetro digital de máxima e mínima (Tabela 02).

Tabela 02 - Temperatura máxima, mínima e médias semanais, durante o período experimental. (maio a junho de 2003).

| Semana Experimental | Temperatura (°C) | | |
|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Máxima | Mínima | Média |
| Semana 1 | 25,57 | 15,21 | 20,39 |
| Semana 2 | 27,29 | 17,93 | 22,61 |
| Semana 3 | 27,79 | 15,29 | 21,54 |
| Semana 4 | 25,50 | 12,36 | 18,93 |
| Semana 5 | 25,50 | 12,29 | 18,89 |
| Semana 6 | 26,00 | 10,75 | 18,38 |
| Média e desvio padrão | 26,27 ± 1,01 | 13,85 ± 2,64 | 20,12 ± 1,69 |

3.1.4 Dietas experimentais

As dietas foram formuladas somente após os resultados das análises bromatológicas e perfil de aminoácidos dos principais ingredientes utilizados (milho, farelo de soja e farelo de glúten de milho), conforme a Tabela 03. As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e soja visando atender as exigências nutricionais das aves (Tabela 04).

Os níveis de metionina, triptofano e valina foram calculados em função do nível de lisina havendo uma correspondência de no mínimo 47%, 18% e 81% para os aminoácidos referidos acima, respectivamente. As dietas cinco, sete e oito possuem níveis de triptofano e valina acima dessas relações baixando o custo das dietas. Todas as dietas foram isocalóricas, isocálcicas e isosódicas, assim como os níveis de fósforo disponível e de ácido linoléico mantendo-se para todas as dietas o nível calculado para a dieta de 12 % de proteína. Os níveis de aminoácidos das dietas foram mantidos mesmo com a prática da redução protéica das dietas, de acordo com a Tabela Brasileira de Exigências Nutricionais (Rostagno, Albino e Donzele, 2000).

Para a determinação da matéria seca e proteína bruta dos ingredientes utilizou-se a metodologia descrita por Silva (1998) e para a análise de aminoácidos utilizou-se a técnica de High Performance Liquid Chromatography descrita pela Association of Official Analytical Chemistries International (AOAC,

1994). Por segurança e precisão experimental, algumas rações experimentais também foram analisadas (Tabela 04).

Tabela 03 - Teores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos dos ingredientes (g por 100g do produto na matéria natural).

| | Milho | Farelo de Soja | Glúten de milho |
|-------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Matéria Seca | 91,56 | 90,52 | 90,88 |
| Proteína Bruta | 8,94 | 47,40 | 55,41 |
| Lisina | 0,254 | 2,944 | 0,935 |
| Treonina | 0,321 | 1,800 | 1,956 |
| Metionina | 0,199 | 0,626 | 1,360 |
| Cistina | 0,200 | 0,662 | 1,003 |
| Metionina+cistina | 0,399 | 1,286 | 2,362 |
| Alanina | 0,613 | 2,073 | 5,620 |
| Arginina | 0,422 | 3,507 | 1,919 |
| Ácido Aspartico | 0,583 | 5,389 | 3,575 |
| Ácido Glutâmico | 1,519 | 3,532 | 2,797 |
| Glicina | 0,344 | 2,126 | 1,613 |
| Histidina | 0,249 | 1,239 | 1,165 |
| Isoleucina | 0,291 | 2,108 | 2,284 |
| Leucina | 0,972 | 3,722 | 10,340 |
| Fenilalanina | 0,407 | 2,401 | 3,598 |
| Serina | 0,422 | 2,445 | 3,598 |
| Tirosina | 0,332 | 1,653 | 3,130 |
| Valina | 0,387 | 2,268 | 2,922 |
| Triptofano¹ | 0,060 | 0,660 | 0,280 |

¹ Segundo Rostagno, Albino e Donzele, (2000)

Conclusão.

| Nutrientes (%) | Rações experimentais | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| | 1 | 1 ³ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 ³ |
| | Composição calculada | | | | | | | | | |
| Metionina | 0,400 | 0,360 | 0,470 | 0,400 | 0,470 | 0,400 | 0,470 | 0,400 | 0,470 | 0,451 |
| Metionina+cistina | 0,600 | 0,537 | 0,663 | 0,637 | 0,701 | 0,667 | 0,732 | 0,701 | 0,762 | 0,721 |
| Triptofano | 0,153 | - | 0,180 | 0,153 | 0,180 | 0,179 | 0,180 | 0,193 | 0,208 | - |
| Treonina | 0,515 | 0,490 | 0,515 | 0,515 | 0,515 | 0,591 | 0,578 | 0,665 | 0,666 | 0,684 |
| Arginina | 0,755 | 0,725 | 0,755 | 0,845 | 0,815 | 1,027 | 1,003 | 1,110 | 1,181 | 1,190 |
| Isoleucina | 0,648 | 0,633 | 0,648 | 0,648 | 0,648 | 0,648 | 0,648 | 0,732 | 0,731 | 0,734 |
| Valina | 0,689 | 0,682 | 0,810 | 0,689 | 0,810 | 0,734 | 0,810 | 0,835 | 0,829 | 0,832 |
| Ácido linoleico | 2,400 | - | 2,400 | 2,400 | 2,400 | 2,400 | 2,400 | 2,400 | 2,400 | - |

1. Perfil nutricional estabelecido conforme análise laboratorial (Tabela 03).

2. Suplementação de vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vitamina A = 8000 UI; Vitamina D3 = 2200 UI; Vitamina E = 20 mg; Vitamina K3 = 2 mg; Vitamina B1 = 1 mg; Vitamina B2 = 4 mg; Vitamina B6 = 2 mg; Vitamina B12 = 10 mcg; Pantotenato de Cálcio = 10 mg; Niacina = 25 mg; Colina 207,13 mg; Ácido fólico = 0,4 mg; Biotina = 15 mcg; Selênio = 0,2 mg; Cobre = 7,8 mg; Ferro = 30 mg; Zinco = 65 mg; Manganês = 70 mg; Iodo = 1 mg; Antioxidante (BHT) = 120 mg; Olaquinox = 29,4 mg; Violeta genciana = 14,85 mg; Excipiente q.s.p. = 1000 g.

3. Composição analisada.

3.1.5 Características avaliadas

3.1.5.1 Características de desempenho

As características de desempenho animal foram avaliadas semanalmente em ambos os experimentos, no entanto a produção de ovos foi registrada diariamente e o peso médio dos ovos foi obtido pela colheita de dados em dois dias da semana.

3.1.5.1.1 Consumo de ração

O consumo de ração foi calculado semanalmente pela diferença entre o peso da ração fornecida no início da semana e a sobra de ração ao final da semana, para cada parcela experimental. Os valores foram expressos em gramas de ração por ave por dia.

3.1.5.1.2 Consumo de proteína bruta

O consumo de proteína bruta foi obtido multiplicando-se o consumo de ração (g/ave/dia) pela porcentagem de inclusão de proteína bruta na dieta dividindo por cem. Os valores foram expressos em gramas de proteína bruta por ave por dia.

3.1.5.1.3 Consumo de lisina

O consumo de lisina foi obtido multiplicando-se o consumo de ração (g/ave/dia) pela porcentagem de inclusão desse aminoácido na dieta dividindo por cem. Os valores foram expressos em miligramas de lisina por ave por dia.

3.1.5.1.4 Consumo de energia metabolizável

Para se obter o consumo da energia metabolizável multiplicou-se a ração consumida (g/ave/dia) por 2,75 (2750 kcal/1000) e os valores foram expressos em kilocaloria por ave por dia.

3.1.5.1.5 Produção de ovos

O número de ovos colhidos por parcela experimental foi dividido pelo número de aves da parcela e o resultado multiplicado por cem.

A produção de ovos foi registrada diariamente e expressa como porcentagem de ovos por ave por dia.

3.1.5.1.6 Peso dos ovos e classificação por tipo

O peso do ovo (g) foi obtido através da média do peso dos ovos produzidos pela parcela no dia. As pesagens foram realizadas duas vezes por semana com o auxílio de uma balança digital de precisão.

A classificação dos ovos foi realizada conforme a resolução 005 de 1991, baseada no decreto nº 99427 de 1990 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 05). Os ovos foram pesados na terceira semana experimental e ao final do experimento.

Tabela 05 - Classificação dos ovos comerciais conforme o tipo.

| Tipo de ovos | Peso |
|---------------------|----------------|
| Industrial | Abaixo de 45 g |
| Pequeno | De 45 a 50 g |
| Médio | De 50 a 55 g |
| Grande | De 55 a 60 g |
| Extra | De 60 a 65 g |
| Jumbo | Acima de 66 g |

Fonte: [www. agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)

3.1.5.1.7 Massa de ovos

A massa de ovos foi calculada duas vezes por semana e a média foi expressa em gramas por ave por dia. A fórmula utilizada foi: Massa de ovos = (Produção de ovos x peso dos ovos) /100

3.1.5.1.8 Conversão alimentar

A conversão alimentar foi obtida semanalmente dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovos da parcela experimental.

3.1.5.2 Características de qualidade interna do ovo

As características de qualidade interna do ovo foram avaliadas semanalmente. As amostras foram constituídas a partir de dois ovos por parcela experimental referentes a dois dias de produção da semana.

3.1.5.2.1 Porcentagem de albúmen e gema

Os componentes do ovo foram separados manualmente. O albúmen e a chalaza aderido à gema foram retirados manualmente e a gema pesada. A casca do ovo foi lavada em água corrente e seca em ambiente natural por uma semana para posterior pesagem e as membranas da casca não foram retiradas. O peso do albúmen foi calculado subtraindo-se o peso da gema e da casca em relação ao peso do ovo inteiro (Fletcher, Brittoon, Rahn e Savage, 1981).

As porcentagens de albúmen e gema foram calculadas dividindo-se o peso do componente em questão pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por cem.

3.1.5.2.2 Unidade Haugh em ovos frescos

Para o cálculo da unidade Haugh através da fórmula descrita por Nesheim, Austic e Card (1979) é necessário a obtenção da altura do albúmen (h, mm) e do peso do ovo (p, g). A altura do albúmen foi realizada a 0,5 cm de distância da gema, através de um altímetro da marca AMES, modelo S6428 com precisão de 0,1mm. Foi utilizada a seguinte fórmula: $UH = 100 \cdot \log(h + 7,57 - 1,7p^{0,37})$

3.1.5.2.3 Unidade Haugh em ovos armazenados em diferentes condições ambientais

Foram coletados dois ovos por parcela experimental, sendo que um foi armazenado em temperatura ambiente da estação (19,7°C), e outro em refrigerador do tipo doméstico com temperatura média 6,2°C. As avaliações foram feitas semanalmente, por um período de quatro semanas. As características avaliadas foram unidade Haugh, o peso do ovo e a altura do albúmen, de acordo com a metodologia descrita no item 3.1.5.2.2 para ovos frescos.

3.1.5.3 Características de qualidade externa dos ovos

3.1.5.3.1 Porcentagem de casca

As casca dos ovos foram lavadas em água corrente e as membranas foram preservadas. As mesmas foram secas à sombra em ambiente natural por uma semana para posterior pesagem. A porcentagem de casca foi calculada através da seguinte fórmula: casca (%) = (peso da casca / peso do ovo) x 100

3.1.5.3.2 Espessura da casca

Depois de realizado o procedimento para pesagem das cascas dos ovos, com o auxílio de um micrometro analógico da marca Mitutoyo foi mensurada a espessura em três pontos na linha mediana do ovo e calculada a média aritmética. A espessura da casca foi expressa em mm.

3.1.5.4 Determinação do balanço, excreção e do coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio

Após o término do período experimental, foram coletadas amostras representativas das dietas experimentais e as aves foram transferidas para gaiolas com bandejas para coleta das excretas. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial de quatro níveis de proteína bruta (12%,14%,16% e 18%) por dois níveis de lisina (0,85 e 1,00) totalizando oito tratamentos com três repetições cada. A ração foi pesada, adicionado 2% de marcador (óxido férrico) e fornecida as aves. A coleta das excretas teve duração de três dias com duas colheitas diárias. Ao final dos três dias a sobra da ração marcada foi pesada para posterior cálculo do balanço de nitrogênio.

A excreta foi coletada, homogeneizada e retirada uma amostra representativa por parcela experimental. As mostras foram identificadas e congeladas à -20°C para posterior análise. O descongelamento foi feito em ambiente natural à sombra.

Foi realizada a quantificação do nitrogênio das dietas experimentais e das excretas para cálculo do balanço de nitrogênio e coeficiente de metabolizabilidade aparente. O nitrogênio total da amostra foi determinado pelo método do Micro

Kjeldahl e o balanço de nitrogênio calculado pela diferença entre o nitrogênio ingerido e o excretado. O coeficiente de metabolizabilidade foi calculado dividindo o valor do balanço de nitrogênio pelo valor do nitrogênio ingerido, multiplicando-se o resultado por 100.

3.1.5.5 Análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema

As amostras foram constituídas por um “pool” de ovos de cada parcela experimental, produzidos durante a quinta semana de experimento.

3.1.5.5.1 Concentração de proteína dos componentes albúmen e gema

O nitrogênio total da amostra foi determinado através do método do Micro Kjeldahl e o nível de proteína bruta foi obtido multiplicando-se o valor do nitrogênio total pelo fator 6,25 (AOAC, 1984).

3.1.5.5.2 Concentração de sólidos totais dos componentes albúmen e gema

Os sólidos totais foram determinados segundo a metodologia da AOAC, (1984). Foram utilizados quatro ovos por parcela experimental para constituição de um “pool” homogêneo de gema e outro de albúmen. Desse “pool” foram retiradas duas amostras de 10 g de cada componente e colocadas em placas de Petri em estufa com ventilação forçada a 105 °C durante 24 horas. As amostras foram retiradas da estufa e deixadas em um dissecador por 30 minutos para posterior pesagem.

3.1.5.5.3. Viscosidade dos componentes albúmen e gema.

Os ovos foram coletados e acondicionados em uma sala com temperatura ambiente durante duas horas para estabilização da temperatura. Foram utilizados aproximadamente 16 ovos por tratamento, onde os componentes albúmen e gema foram homogeneizados separadamente por 10 segundos através de um liquidificador do tipo comercial. A viscosidade das amostras foi determinada segundo a metodologia de Varadarajulu e Cunningham, (1972) com modificações nas sondas utilizadas. A temperatura média foi de 19,4°C com tempo de leitura de 30 segundos através do viscosímetro rotacional da marca BROOK FIELD modelo

dv-II+ utilizando-se sonda cilíndrica número 1 com velocidade de 100 rpm para o albúmen e número 3 com velocidade de 20 rpm para a gema. A unidade de viscosidade utilizada foi centiPoise (cP).

3.1.5.5.4 Potencial Hidrogeniônico (pH) dos componentes albúmen e gema

As mesmas amostras preparadas para determinar a viscosidade foram utilizadas para medir o pH através do pHmetro da marca TECNAL, modelo TEC-2.

3.2 Experimento 2: Efeitos de diferentes níveis de metionina e lisina sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais

3.2.1 Local e período

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo em Pirassununga - SP. O período experimental compreendeu os meses de outubro a dezembro de 2003.

3.2.2 Animais, delineamento experimental e análise estatística

Foram utilizadas 256 poedeiras da linhagem Hisex White com 70 semanas de idade, alojadas individualmente em gaiolas metálicas e distribuídas em um DIC em arranjo fatorial quatro por quatro com os fatores: níveis de lisina (0,482%, 0,682%, 0,882% e 1,082%) e de metionina (0,225%, 0,318%, 0,411% e 0,505%) totalizando 16 tratamentos com quatro repetições constituindo 64 unidades experimentais com quatro aves cada. O período experimental teve duração de 6 semanas (70 a 76 semanas de idade), sendo que as duas primeiras foram consideradas como um período de depleção/adaptação.

Para avaliação dos efeitos do tempo de armazenamento sobre a qualidade interna dos ovos foram consideradas parcelas sub-subdivididas em ambiente natural e refrigerado (tratamento secundário), com quatro tempos de armazenamento: fresco (sem armazenamento), um, dois e três semanas.

Os dados experimentais foram analisados através do pacote estatístico SAS® (1998). Os dados foram submetidos ao teste de uniformidade das variâncias para realização da análise de variância. A análise de regressão foi aplicada apenas para dados que proporcionaram efeito significativo de níveis de metionina e lisina e interação entre os dois fatores. Para as análises da classificação dos ovos por tipo houve a necessidade de se utilizar o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, devido a distribuição dos dados não apresentarem comportamento normal. O nível

de significância utilizado foi de 5%. Os tratamentos utilizados no Experimento 2 estão apresentados na Tabela 06.

Tabela 06- Indicação dos tratamentos experimentais:

| Tratamentos | MET (%) | LIS (%) |
|--------------------|----------------|----------------|
| 1 | 0,225 | 0,482 |
| 2 | 0,225 | 0,682 |
| 3 | 0,225 | 0,882 |
| 4 | 0,225 | 1,082 |
| 5 | 0,318 | 0,482 |
| 6 | 0,318 | 0,682 |
| 7 | 0,318 | 0,882 |
| 8 | 0,318 | 1,082 |
| 9 | 0,411 | 0,482 |
| 10 | 0,411 | 0,682 |
| 11 | 0,411 | 0,882 |
| 12 | 0,411 | 1,082 |
| 13 | 0,505 | 0,482 |
| 14 | 0,505 | 0,682 |
| 15 | 0,505 | 0,882 |
| 16 | 0,505 | 1,082 |

3.2.3 Instalações, manejo e equipamentos

As instalações e equipamentos foram os mesmos utilizados no primeiro experimento, já citado no item 3.1.3. As médias de temperatura ambiente para o período experimental encontra-se na Tabela 07. As temperaturas foram registradas diariamente no período da manhã utilizando-se um termômetro digital de máxima e mínima.

Tabela 07 - Temperatura máxima, mínima e médias semanais, durante o período experimental (outubro a novembro de 2003).

| Semana Experimental | Temperatura (°C) | | |
|------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| | Máxima | Mínima | Média |
| Semana 1 | 30,50 | 21,00 | 25,75 |
| Semana 2 | 26,21 | 15,64 | 20,93 |
| Semana 3 | 30,57 | 20,64 | 25,61 |
| Semana 4 | 29,57 | 19,71 | 24,64 |
| Semana 5 | 30,00 | 20,29 | 25,14 |
| Semana 6 | 29,43 | 22,29 | 25,86 |
| Média e desvio padrão | 29,40 ± 3,09 | 19,90 ± 2,86 | 24,65 ± 2,58 |

3.2.4 Dietas experimentais

As dietas foram formuladas somente após os resultados das análises bromatológicas e perfil de aminoácidos dos principais ingredientes utilizados (milho e farelo de soja), conforme a Tabela 03. As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e soja visando atender as exigências nutricionais das aves (Tabela 08).

As dietas foram isocalóricas e isosódicas, o teor protéico foi mais baixo nas cinco primeiras dietas, no entanto as exigências de aminoácidos foram atendidas. Esta prática foi adotada com finalidade de manter economicamente viáveis as dietas.

Para a determinação da matéria seca e proteína bruta dos ingredientes utilizou-se a metodologia descrita por Silva (1998) e para a análise de aminoácidos utilizou-se a técnica de High Performance Liquid Chromatography descrita pela Association of Official Analytical Chemistries International (AOAC, 1994).

Continua...

Tabela 08 - Composição percentual das dietas experimentais.

| Ingredientes | Rações experimentais | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Milho ¹ | 70,254 | 70,105 | 69,957 | 69,805 | 49,110 | 67,624 | 67,515 | 67,41 | 44,321 | 67,634 | 67,524 | 67,414 | 48,874 | 67,643 | 67,534 | 67,423 |
| Farelo de soja ¹ | 5,830 | 5,841 | 5,853 | 5,865 | 13,850 | 14,194 | 14,248 | 14,303 | 15,357 | 14,608 | 14,663 | 14,717 | 13,924 | 15,023 | 15,077 | 15,132 |
| Farelo de trigo | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 5,03 | 5,09 | 5,14 | 10,00 | 4,83 | 4,89 | 4,95 | 10,00 | 4,64 | 4,69 | 4,75 |
| Farinha de carne 40 | 4,064 | 4,066 | 4,067 | 4,069 | 4,506 | 3,223 | 3,026 | 2,826 | 4,529 | 2,228 | 2,031 | 1,831 | 4,507 | 1,233 | 1,035 | 0,836 |
| Fosfato bicálcico | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,314 | 0,384 | 0,456 | 0,000 | 0,673 | 0,744 | 0,815 | 0,000 | 1,033 | 1,103 | 1,175 |
| Óleo vegetal | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 5,997 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 7,341 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 5,837 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Calcário | 9,173 | 9,214 | 9,255 | 9,297 | 9,251 | 8,994 | 9,021 | 9,048 | 9,231 | 9,127 | 9,154 | 9,181 | 9,250 | 9,259 | 9,286 | 9,313 |
| Sal | 0,347 | 0,347 | 0,347 | 0,348 | 0,335 | 0,344 | 0,346 | 0,348 | 0,334 | 0,354 | 0,356 | 0,358 | 0,335 | 0,364 | 0,367 | 0,369 |
| Suplemento aves ² | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| DL-Metionina | 0,01 | 0,104 | 0,198 | 0,293 | 0,000 | 0,071 | 0,166 | 0,261 | 0,000 | 0,073 | 0,167 | 0,263 | 0,000 | 0,075 | 0,169 | 0,265 |
| L-Lisina HCL | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,012 | 0,007 | 0,009 | 0,011 | 0,226 | 0,27 | 0,272 | 0,275 | 0,521 | 0,534 | 0,536 | 0,538 |
| L-Triptofano | 0,039 | 0,039 | 0,039 | 0,039 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| L-Treonina | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Inerte (caulim) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 6,738 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 8,460 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 6,552 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| R\$ / ton. (outubro/2003) | 378 | 388 | 398 | 407 | 417 | 364 | 374 | 384 | 454 | 388 | 398 | 408 | 458 | 412 | 422 | 432 |
| | COMPOSIÇÃO CALCULADA | | | | | | | | | | | | | | | |
| EM (kcal/kg) | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 |
| Nutrientes (%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proteína | 12.491 | 12.540 | 12.588 | 12.637 | 14,5 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Cálcio | 4.085 | 4.101 | 4.117 | 4.133 | 4.200 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.200 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.200 | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| P total | 0,596 | 0,596 | 0,596 | 0,596 | 0,608 | 0,593 | 0,594 | 0,594 | 0,604 | 0,594 | 0,594 | 0,594 | 0,608 | 0,594 | 0,594 | 0,595 |
| P disponível | 0,375 | 0,375 | 0,375 | 0,375 | 0,4 | 0,375 | 0,375 | 0,375 | 0,4 | 0,375 | 0,375 | 0,375 | 0,4 | 0,375 | 0,375 | 0,375 |
| Sódio | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 |
| Linoléico | 1.549 | 1.546 | 1.543 | 1.540 | 4.351 | 1.446 | 1.444 | 1.443 | 4.977 | 1.441 | 1.439 | 1.438 | 4.263 | 1.436 | 1.435 | 1.433 |

Conclusão.

| Nutrientes (%) | Rações experimentais | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| | Composição calculada | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metionina | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 |
| Metionina+cistina | 0,451 | 0,544 | 0,636 | 0,73 | 0,463 | 0,575 | 0,668 | 0,761 | 0,464 | 0,573 | 0,666 | 0,76 | 0,463 | 0,572 | 0,665 | 0,758 |
| Lisina | 0,482 | 0,482 | 0,482 | 0,482 | 0,682 | 0,682 | 0,682 | 0,682 | 0,882 | 0,882 | 0,882 | 0,882 | 1,082 | 1,082 | 1,082 | 1,082 |
| Treonina | 0,515 | 0,515 | 0,515 | 0,515 | 0,515 | 0,538 | 0,537 | 0,535 | 0,526 | 0,533 | 0,531 | 0,529 | 0,515 | 0,527 | 0,525 | 0,523 |
| Triptofano | 0,153 | 0,153 | 0,153 | 0,153 | 0,155 | 0,153 | 0,153 | 0,153 | 0,162 | 0,153 | 0,153 | 0,153 | 0,156 | 0,153 | 0,153 | 0,153 |
| Arginina | 0,501 | 0,501 | 0,5 | 0,5 | 0,693 | 0,783 | 0,785 | 0,786 | 0,726 | 0,798 | 0,799 | 0,801 | 0,695 | 0,812 | 0,814 | 0,815 |
| Valina | 0,404 | 0,404 | 0,403 | 0,403 | 0,504 | 0,584 | 0,584 | 0,585 | 0,52 | 0,593 | 0,594 | 0,595 | 0,505 | 0,602 | 0,603 | 0,604 |
| Isoleucina | 0,327 | 0,327 | 0,327 | 0,327 | 0,435 | 0,496 | 0,497 | 0,498 | 0,453 | 0,505 | 0,506 | 0,506 | 0,436 | 0,514 | 0,514 | 0,515 |

1. Perfil nutricional estabelecido conforme análise laboratorial (Tabela 07).

2. Suplementação de vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vitamina A = 8000 UI; Vitamina D3 = 2200 UI; Vitamina E = 20 mg; Vitamina K3 = 2 mg; Vitamina B1 = 1 mg; Vitamina B2 = 4 mg; Vitamina B6 = 2 mg; Vitamina B12 = 10 mcg; Pantotenato de Cálcio = 10 mg; Niacina = 25 mg; Colina 207,13 mg; Ácido fólico = 0,4 mg; Biotina = 15 mcg; Selênio = 0,2 mg; Cobre = 7,8 mg; Ferro = 30 mg; Zinco = 65 mg; Manganês = 70 mg; Iodo = 1 mg; Atioxidante (BHT) = 120 mg; Olaquinox = 29,4 mg; Violeta genciana = 14,85 mg; Excipiente q.s.p. = 1000 g.

3.2.5 Características avaliadas

3.2.5.1 Características de desempenho

As características de desempenho das aves foram avaliadas com as mesmas metodologias já descritas no experimento 1 no item 3.1.5.1 com exceção do item 3.2.5.1.3 descrito abaixo.

3.2.5.1.1 Consumo de ração

3.2.5.1.2 Consumo de Lisina

3.2.5.1.3 Consumo de Metionina

O consumo de metionina foi obtido multiplicando-se o consumo de ração (g/ave/dia) pela porcentagem de inclusão desse aminoácido na dieta dividindo por cem. Os valores foram expressos em miligramas de metionina por ave por dia.

3.2.5.1.4 Consumo de energia metabolizável

3.2.5.1.5 Produção de ovos

3.2.5.1.6 Peso dos ovos e classificação dos ovos por tipo

3.2.5.1.7 Massa de ovos

3.2.5.1.8 Conversão alimentar

3.2.5.2 Características de qualidade interna dos ovos

As características de qualidade interna dos ovos foram avaliadas com as mesmas metodologias já descritas no experimento 1 no item 3.1.5.2., com exceção para o item 3.2.5.2.3 descrito abaixo.

3.2.5.2.1 Porcentagem de albúmen e gema

3.2.5.2.2 Unidade Haugh em ovos frescos

3.2.5.2.3 Unidade Haugh em ovos armazenados em diferentes condições ambientais

Foram coletados dois ovos por parcela experimental, sendo que um foi armazenado em temperatura ambiente da estação (26,8°C) e outro em refrigerador do tipo doméstico com temperatura média 6,2°C. As avaliações foram feitas semanalmente, por um período de três semanas. Foram avaliados

a unidade Haugh, o peso do ovo e a altura do albúmen, de acordo com a metodologia descrita no experimento 1 no item 3.1.5.2.2.

3.2.5.3 Características de qualidade externa dos ovos

As características de qualidade externa dos ovos foram avaliadas com as mesmas metodologias já descritas no experimento 1 no item 3.1.5.3.

3.2.5.3.1 Porcentagem de casca

3.2.5.3.2 Espessura da casca

3.2.5.4 Análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema

As análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema seguem as mesmas metodologias já descritas no experimento 1 no item 3.1.5.5.

3.2.5.4.1 Concentração de sólidos totais dos componentes albúmen e gema

3.2.5.4.2 Viscosidade dos componentes albúmen e gema.

3.2.5.4.3 Potencial Hidrogeniônico – pH dos componentes albúmen e gema

3.2.5.5 Propriedades funcionais

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial com quatro níveis de metionina (0,225%, 0,318%, 0,411% e 0,505%) e quatro de lisina (0,482%, 0,682%, 0,882% e 1,082%) foram utilizadas três repetições com quatro aves cada para colheita dos ovos e confecção dos bolos.

Foram confeccionados dois tipos de bolos, “angel e sponge cakes” para avaliação das propriedades funcionais do albúmen e gema, respectivamente. Segundo a metodologia descrita por Froning, Acton e Ball e Breckke 1986 e citada por Shafer, Carey, Prochaska e Sams (1998), os ovos foram coletados no dia anterior e armazenados em uma sala para equilíbrio da temperatura, que ocorre em duas horas. As gemas foram passadas sobre duas camadas de gaze de algodão para retirada da membrana vitelínica, para preparação do “sponge cake”.

3.2.5.5.1 Propriedades funcionais do componente albúmen

3.2.5.5.1.1 Características avaliadas no “angel cake”

- Altura do bolo (cm): foram tiradas medidas de três pontos na linha mediana dos bolos com o auxílio de um paquímetro com precisão de 1mm e calculada a média aritmética.
- Volume do bolo (cm³): o bolo foi retirado da forma e tomadas medidas do comprimento (C) e da largura (L) com uma régua plástica de precisão de 1mm e multiplicados pela média aritmética da altura (A) do bolo obtida anteriormente, a fórmula encontra-se descrita abaixo:

$$\text{Volume do bolo (cm}^3\text{)} = (C) \times (L) \times (A)$$

- Rendimento do bolo (%): a massa do bolo foi pesada crua e depois de assada para cálculo do rendimento, conforme a fórmula:

$$\text{Rendimento (\%)} = ((\text{massa assada}/\text{massa crua}) \times 100).$$

3.2.5.5.1.2 Confeção do “angel cake”

Ingredientes:

21,3 g de farinha de trigo

43,7 g de açúcar refinado

1,0 g de cremor de tártaro (sal ácido para fins alimentícios)

71,5 g de albúmen

Modo de preparar:

O albúmen foi batido em ponto de neve junto com o cremor de tártaro com o auxílio de uma batedeira por 5 minutos. O creme foi retirado da batedeira adicionado açúcar e misturado com auxílio de uma espátula até o açúcar ser incorporado, a farinha peneirada foi acrescentada em seguida e incorporada. A massa foi colocada em forma descartável de alumínio com 17,0cm de comprimento por 6,80cm de largura e assada em forno elétrico por 25 minutos a uma temperatura de 175°C. Foram colocadas quatro formas por vez para assar para padronização do tempo, temperatura e evaporação da umidade dos bolos.

3.2.5.5.2 Propriedades funcionais do componente gema

3.2.5.5.2.1 Características avaliadas no “sponge cake”

As características avaliadas no “sponge cake” seguiram as mesmas metodologias já descritas para “angel cake” no item 3.2.5.5.1.1

3.2.5.5.2.2 Confeção do “sponge cake”

Ingredientes:

33 g de açúcar divididas em 2 vezes (1ª em 11 g e a 2ª em 22 g)

0,20 g de cremor de tártaro (sal ácido para fins culinários)

18,0 g de gema

43,0 g de albúmen

37,5 g de farinha de trigo

0,1 g de sal

Modo de preparar:

O albúmen foi batido em batedeira por 5 minutos junto com o cremor de tártaro e os ingredientes foram misturados à mão com auxílio de uma espátula. A gema foi misturada por 5 minutos com 11 g de açúcar até obter uma coloração amarela claro e misturada à clara em neve. Em um recipiente à parte foram misturados a farinha e o restante do açúcar e o sal. Estes ingredientes foram peneirados sobre a mistura de ovos e incorporados.

A massa foi colocada em forma descartável de alumínio com 13,40cm de comprimento por 9,0cm de largura e levada ao forno elétrico a uma temperatura de 200°C por 15 minutos. Foram colocadas duas formas por vez para assar para padronização do tempo, temperatura e evaporação da umidade dos bolos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e lisina sobre o desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais

4.1.1 Características de desempenho

As médias para as características de desempenho avaliadas no experimento 1, estão apresentadas na Tabela 09. As equações de regressão para as características de desempenho em função dos níveis de proteína bruta na dieta estão apresentadas na Tabela 10.

Consumo de ração

Não houve interação entre os fatores estudados. O consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de proteína bruta e lisina nas dietas.

Consumo de Proteína Bruta

Não houve interação entre os fatores estudados. O consumo de proteína bruta pelas aves apresentou um comportamento linear crescente em função dos níveis de proteína bruta na dieta. Os níveis de lisina não influenciaram no consumo de proteína bruta pelas aves.

Consumo de Lisina

Não houve interação entre os fatores estudados. Os níveis de proteína bruta não influenciaram o consumo de lisina pelas aves. No entanto, o nível de 1,00 % de lisina na dieta proporcionou aumento no consumo de lisina pelas aves.

Consumo de energia metabolizável

Não houve interação entre os fatores estudados. O consumo de energia metabolizável pelas aves não foi influenciado pelos níveis de proteína bruta e lisina nas dietas.

Produção de ovos

Não houve interação entre os fatores estudados. A produção de ovos não foi influenciada pelos níveis de proteína bruta e lisina nas dietas.

Peso dos ovos

Não houve interação entre os fatores estudados. A média do peso dos ovos apresentou comportamento linear crescente em relação aos níveis de proteína bruta na dieta. Os níveis de lisina não influenciaram a média do peso dos ovos (Figura 01).

Massa de ovos

Não houve interação entre os fatores estudados. A massa de ovos apresentou um comportamento linear crescente em relação aos níveis de proteína bruta na dieta (Figura 02).

Conversão alimentar

Não houve interação entre os fatores estudados. A conversão alimentar não foi influenciada pelos níveis de proteína bruta e lisina nas dietas.

Tabela 09 – Médias dos tratamentos para desempenho de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e lisina.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | Análise estatística | | | CV (%) |
|------------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|-----------------|------------------|-------------------------|-------------------|----------|--------|
| | Proteína Bruta (%) | | | | Lisina (%) | | Probabilidade (P valor) | | | |
| | 12 | 14 | 16 | 18 | 0,85 | 1,00 | PB | LIS | PB x LIS | |
| Consumo de ração (g/ave/dia) | 109,39 | 114,07 | 113,33 | 114,66 | 112,96 | 112,76 | 0,0946 | 0,8958 | 0,1139 | 4,19 |
| Consumo de PB (g/ave/dia) | 13,13 | 15,97 | 18,13 | 20,64 | 17,02 | 16,91 | <0,0001 | 0,6105 | 0,1280 | 4,07 |
| Cons. de lisina (mg/ave/dia) | 1014,14 | 1054,95 | 1047,69 | 1058,84 | 960,18 b | 1127,62 a | 0,1228 | <0,0001 | 0,1490 | 4,11 |
| Cons. de energia (kcal EM/ave/dia) | 300,82 | 313,70 | 311,67 | 315,31 | 310,65 | 310,10 | 0,0946 | 0,8960 | 0,1138 | 4,19 |
| Produção de ovos (% ovos/ave/dia) | 86,92 | 89,82 | 92,56 | 91,96 | 89,70 | 90,93 | 0,1178 | 0,4803 | 0,5332 | 5,92 |
| Peso do ovo (g) | 62,78 | 64,47 | 65,34 | 65,87 | 64,93 | 64,30 | 0,0048 | 0,2889 | 0,8979 | 2,78 |
| Massa de ovos (g/ave/dia) | 54,52 | 57,89 | 60,47 | 60,62 | 58,26 | 58,49 | 0,0020 | 0,8373 | 0,4128 | 5,99 |
| Conversão alimentar | 2,02 | 1,99 | 1,89 | 1,91 | 1,96 | 1,94 | 0,1316 | 0,6780 | 0,8494 | 6,95 |

Tabela 10 – Equações de regressão das características de desempenho das aves em função dos níveis de proteína bruta da dieta.

| Características | Equação de regressão | R² |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Consumo de proteína bruta (g/ave/dia) | $Y = 1,2345x - 1,55$ | 0,9974 |
| Peso do ovo (g) | $Y = 0,507x + 57,01$ | 0,9366 |
| Massa de ovos (g/ave/dia) | $Y = 1,044x + 42,715$ | 0,8888 |

As características de desempenho estudadas o consumo de proteína bruta, o peso do ovo e a massa de ovos responderam aos níveis de proteína bruta estudadas de forma positiva, ou seja, conforme os níveis de proteína bruta nas dietas foram aumentados, essas características também tiveram seus valores aumentados. O consumo de lisina foi maior quando as aves consumiram dietas com o maior nível de lisina testado (1,00%), devido à relação com consumo de ração e proporção do aminoácido na dieta.

As suplementações de aminoácidos nas dietas foram feitas de acordo com os níveis de lisina testados, ou seja, os níveis de lisina e os outros aminoácidos que o tiveram como referência atenderam as exigências das aves para todas as características testadas.

Ao estudar baixos níveis de proteína bruta na dieta, essas foram suplementadas com aminoácidos para atender as exigências das aves. Todas as outras características estudadas não apresentaram diferença entre níveis de proteína bruta, comprovando a eficiência da redução protéica junto com a suplementação de aminoácidos. As características que apresentaram diferença significativa estão relacionadas diretamente com o aumento do consumo do nutriente e peso do ovo.

Em um estudo sobre o desempenho de poedeiras White Leghorn utilizando baixos níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos, Keshavarz e Jackson (1992) utilizaram um controle positivo de 18, 16,5 e 15% de proteína bruta durante os períodos de 18 a 34, 34 a 50 e 50 a 66 semanas de idade, respectivamente. As aves do controle negativo receberam dietas contendo 14, 13 e 12% de proteína bruta. Os grupos com controle negativo

tiveram suplementação de metionina, metionina + lisina, metionina + lisina + aminoácidos essenciais que estavam em deficiência. As aves do grupo com controle negativo recebendo 14, 13, e 12% de proteína bruta com adição de metionina, lisina e aminoácidos extras como triptofano e isoleucina não mostraram diferença na produção de ovos e peso dos ovos em relação ao controle positivo. No entanto, massa de ovos e peso das aves foi inferior ao das aves do controle positivo.

Harms e Russell (1993) avaliaram em três experimentos a suplementação de aminoácidos em dietas com baixo teor protéico. No experimento 1, a dieta controle foi formulada com 17,61% PB e a dieta suplementada ou não com aminoácidos 14,89% de PB. No experimento 2, a dieta controle tinha 15,51% de PB e a dieta suplementada ou não com aminoácidos 13,00% de PB. No experimento 3, a dieta controle tinha 15,46% de PB e a dieta suplementada ou não com aminoácidos 12,70% de PB. O desempenho das aves nos três experimentos foi prejudicado quando as aves receberam dietas com baixo teor protéico sem suplementação de aminoácidos. No entanto, quando receberam as dietas suplementadas com aminoácidos recuperaram o desempenho igualando com os resultados das dietas controle.

Keshavarz e Austic (2004) estudando redução protéica em dietas de poedeiras com 36 semanas de idade observaram que dietas com 13% de proteína bruta mais a adição de metionina, lisina e triptofano como recomendado no NRC (1994) proporcionaram resultados semelhantes aos de uma dieta convencional com 16% de proteína bruta.

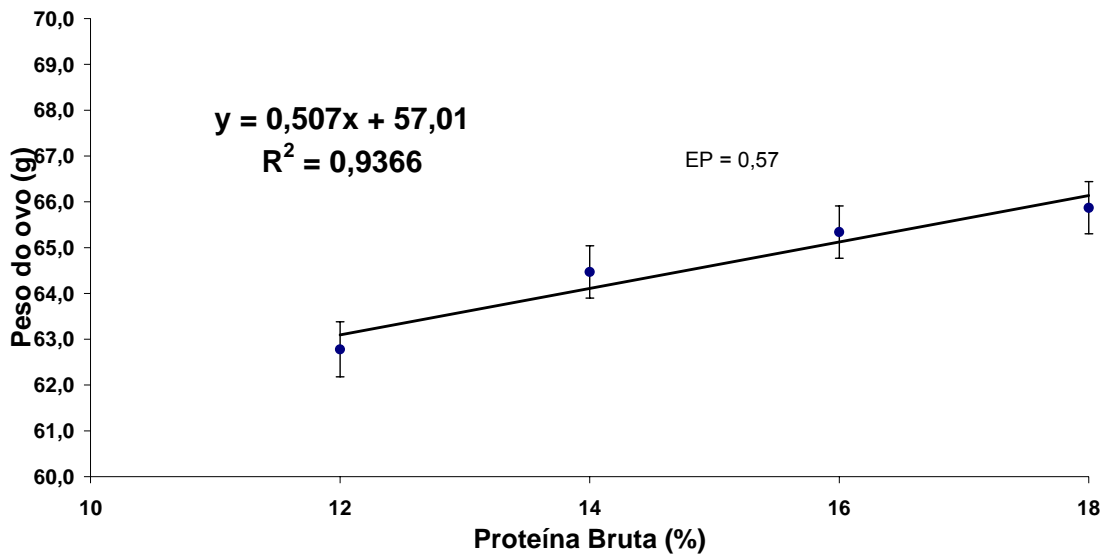


Figura 01 – Peso do ovo em função dos níveis de proteína bruta na dieta.

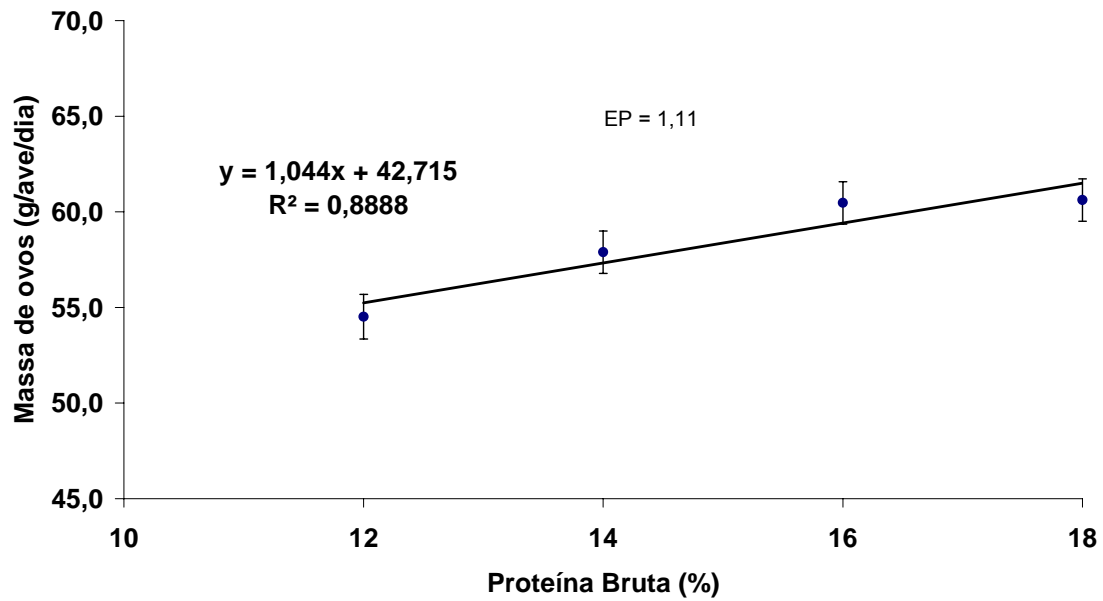


Figura 02 – Massa de ovos em função dos níveis de proteína bruta na dieta.

4.1.2 Características de qualidade interna do ovo

As médias para as características de qualidade interna dos ovos estão apresentadas na Tabela 11. As equações de regressão para as características de qualidade interna em função dos níveis de proteína bruta na dieta estão apresentadas na Tabela 12.

Porcentagem de albúmen

Não houve interação entre os fatores estudados. A porcentagem de albúmen dos ovos apresentou comportamento linear crescente em função dos níveis de proteína bruta da dieta. Os níveis de lisina não influenciaram na porcentagem de albúmen dos ovos (Figura 03).

Porcentagem de gema

Não houve interação entre os fatores estudados. A porcentagem de gema não foi influenciada pelos níveis de proteína bruta e lisina nas dietas.

Unidade Haugh em ovos frescos

Não houve interação entre os fatores estudados. A unidade Haugh dos ovos frescos não foi influenciada pelos níveis de proteína bruta e lisina nas dietas.

Os níveis de proteína bruta estudados influenciaram positivamente na porcentagem de albúmen do ovo. Para as indústrias de processamento de ovos, o mais importante não é somente o aumento das porcentagens dos componentes internos do ovo, e sim a concentração dos sólidos totais destes produtos. Portanto, é importante avaliar se o aumento da porcentagem é devido somente a maior quantidade de água ou também a participação destes sólidos.

Um estudo realizado por Novak, Yakout e Scheideler (2004) utilizando galinhas Dekalb Delta com duas faixas etárias variando de 20 a 43 semanas e 44 a 63 semanas, avaliou os efeitos de dietas contendo diferentes níveis de lisina (860 e 959mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (635, 689, 811 e 877mg/ave/dia) para o primeiro período e níveis inferiores de lisina (715 e

816mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (578, 607, 699 e 779mg/ave/dia) para o segundo período. Os autores observaram que apesar de ocorrer um aumento na porcentagem de albúmen e nos sólidos do Albúmen conforme se aumentou os níveis de lisina, nenhuma diferença significativa foi encontrada nos valores de unidade Haugh.

Assim como no presente estudo o aumento da porcentagem de Albúmen não influenciou a unidade Haugh. A unidade Haugh é uma relação matemática entre o peso dos ovos e a altura do Albúmen, sendo que a altura do Albúmen é um parâmetro para a qualidade interna do ovo.

Tabela 11 – Médias dos tratamentos para qualidade interna do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e lisina.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | Análise estatística | | | CV (%) |
|--------------------------|------------------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------------------------|--------|----------|--------|
| | Proteína Bruta (%) | | | | Lisina (%) | | Probabilidade (P valor) | | | |
| | 12 | 14 | 16 | 18 | 0,85 | 1,00 | PB | LIS | PB x LIS | |
| Qualidade interna | | | | | | | | | | |
| Porcentagem de albúmen | 57,82 | 57,76 | 58,04 | 59,16 | 58,21 | 58,18 | 0,0124 | 0,9201 | 0,2987 | 1,71 |
| Porcentagem de gema | 27,19 | 26,95 | 26,97 | 26,33 | 26,66 | 27,06 | 0,1535 | 0,1435 | 0,1968 | 3,12 |
| Unidade Haugh | 84,58 | 84,04 | 83,86 | 83,94 | 84,64 | 83,57 | 0,9312 | 0,2011 | 0,8121 | 3,05 |

Tabela 12 – Equação de regressão da característica porcentagem de albúmen em função dos níveis de proteína bruta da dieta.

| Característica | Equação de regressão | R ² |
|------------------------|----------------------|----------------|
| Porcentagem de albúmen | $Y = 0,215x + 54,97$ | 0,7194 |

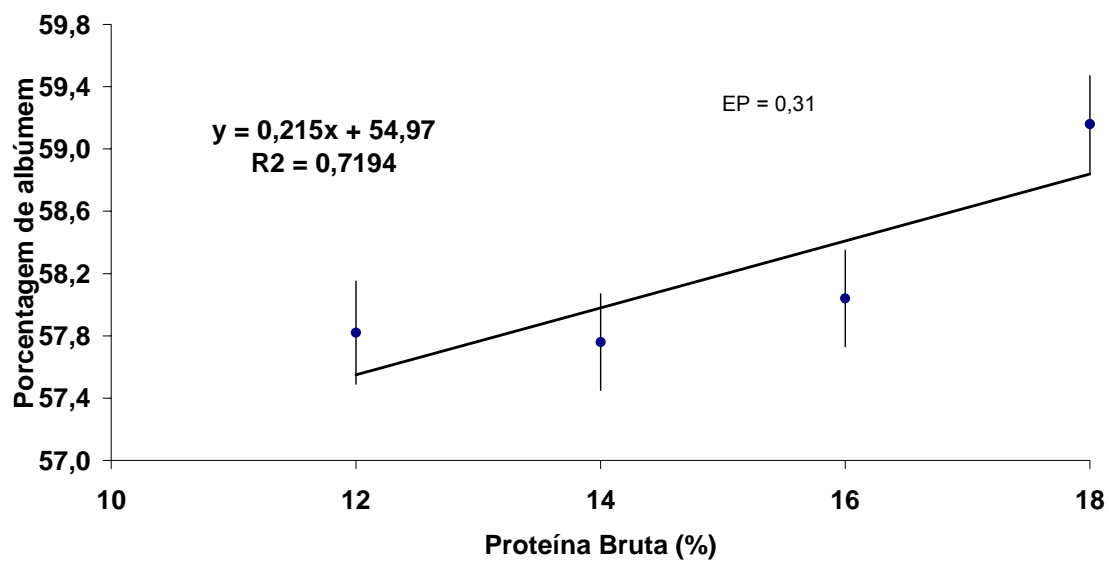


Figura 03 – Porcentagem de albúmen em função dos níveis de proteína bruta na dieta.

Unidade Haugh em ovos armazenados em diferentes condições ambientais

Houve interação para as características avaliadas, unidade Haugh e altura de albúmen em relação ao tipo de armazenamento dos ovos, natural e refrigerada (Tabela 14). O peso do ovo não sofreu influência dos fatores de armazenamento. No entanto, entre os fatores principais, a proteína bruta influenciou positivamente no peso dos ovos de acordo com o aumento dos níveis de proteína bruta na dieta (Tabela 13).

As características avaliadas nos ovos como, unidade Haugh e altura de albúmen, tiveram diminuição na qualidade de acordo com o avançar das semanas, independente do ambiente armazenado. No entanto, a velocidade de queda da qualidade do ovo é mais acentuada para os ovos armazenados em ambiente natural. Em ambiente refrigerado os ovos foram mantidos em melhor qualidade por mais tempo.

Segundo Fernandes; Guarato e Murakami (1983) a deterioração da qualidade interna do ovo é uma função direta do tempo de armazenamento, a temperatura é um fator primordial na armazenagem dos ovos para consumo, de maneira a reduzir a perda da qualidade interna, preservando o seu valor nutritivo. À temperatura da geladeira (5°C) a perda da qualidade interna do ovo ocorre mais lentamente e em níveis inferiores àqueles ocorridos quando os ovos são mantidos à temperatura ambiente (25°C).

Silversides e Scott (2001) estudando o tempo de estocagem de ovos observaram perda progressiva na qualidade dos ovos com o passar dos dias (1 a 10 dias de avaliação). Os autores observaram alterações no peso do ovo, e nas porcentagens de casca, gema e albúmen. A altura e o pH do albúmen também sofreram queda na qualidade com o passar do tempo.

Tabela 13 – Médias dos tratamentos para armazenamento de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e lisina na dieta.

| Fatores (%) | Características avaliadas | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|------------------------|
| | Unidade Haugh | Peso do ovo (g) | Altura de albúmen (mm) |
| Proteína bruta | | | |
| 12 | 64,12 | 60,43 b | 5,03 |
| 14 | 62,90 | 61,85 ab | 4,98 |
| 16 | 62,11 | 62,44 a | 4,96 |
| 18 | 61,02 | 63,00 a | 4,90 |
| Lisina | | | |
| 0,85 | 63,34 | 62,14 | 5,05 |
| 1,00 | 61,74 | 61,72 | 4,89 |
| CV(%) | 14,16 | 7,89 | 19,28 |

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna em cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 14 – Desdobramento da interação dos fatores ambiente e período de armazenamento para as características unidade Haugh e altura do albúmen.

| * | Período de armazenamento (semanas) | | | | | Média |
|------------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| AMB | unidade Haugh | | | | | |
| N | 83,9 aA | 56,7 bB | 44,9 cB | 35,2 dB | 21,7 eB | 48,5 |
| R | 83,9 aA | 76,6 bA | 77,7 bA | 76,5 bA | 68,1 cA | 76,6 |
| | 83,9 | 66,7 | 61,3 | 55,8 | 44,9 | Média |
| | CV(%) = 11,82 | | | | | |
| | altura do albúmen (mm) | | | | | |
| N | 7,2 aA | 4,0 bB | 3,1 cB | 2,5 dB | 2,0 dB | 3,8 |
| R | 7,2 aA | 6,2 bA | 6,3 bA | 6,1 bA | 5,1 cA | 6,2 |
| | 7,2 | 5,1 | 4,7 | 4,3 | 3,5 | Média |
| | CV(%) = 12,56 | | | | | |

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas (linha) e maiúsculas (coluna) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

*Ambiente de armazenamento natural (N) e refrigerado (R).

4.1.3 Determinação da ingestão, excreção, balanço e do coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio.

As médias para as características de determinação de balanço de nitrogênio estão apresentadas na Tabela 15.

Ingestão de nitrogênio

Não houve interação entre os fatores estudados. A ingestão de nitrogênio foi influenciada pelos níveis de proteína bruta na dieta.

Excreção de nitrogênio

Não houve interação entre os fatores estudados. A excreção de nitrogênio foi influenciada pelos níveis de proteína bruta na dieta.

Balanço de nitrogênio

Não houve interação entre os fatores estudados. O balanço de nitrogênio não foi influenciado pelos níveis de proteína bruta e lisina das dietas.

Coeficiente de metabolizabilidade aparente

Não houve interação entre os fatores estudados. O coeficiente de metabolizabilidade aparente não foi influenciado pelos níveis de proteína bruta e lisina nas dietas.

Os níveis de proteína bruta na dieta influenciaram as características ingestão e excreção de nitrogênio pelas aves. As características estão diretamente relacionadas com a disponibilidade do nutriente na dieta, quanto maior o nível de proteína bruta ingerida maior a quantidade de nitrogênio excretado.

No entanto, o aproveitamento ocorre de forma inversa, apesar da característica coeficiente de metabolizabilidade aparente não apresentar diferença significativa, quanto menor o nível de proteína bruta na dieta, ou seja, quanto menor a disponibilidade do nitrogênio na dieta, melhor é o aproveitamento.

Estudando a excreção de nitrogênio por galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta, Summers (1993) observou que a redução do

nível de proteína de 17 para 13% não ocasionou reduções significativas na massa de ovos (41,66 vs 39,85 g) mostrando um possível aumento na utilização da proteína (ou nitrogênio) e revelando um aspecto positivo pela redução da excreção de nitrogênio para o meio ambiente.

Os dados apresentados neste trabalho concordam com os obtidos por Summers (1993), quando trata do melhor aproveitamento do nitrogênio devido a menor disponibilidade através da proteína bruta contida na dieta.

Meluzzi, Sirri, Tallarico e Franchini (2001) estudando a retenção de nitrogênio em poedeiras vermelhas com 24 semanas de idade ingerindo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (17, 15 e 13%) e concentrações constantes de aminoácidos e energia observaram que não houve diferença para ingestão de nitrogênio entre os três níveis de proteína bruta testados. O nitrogênio fecal proporcionou decréscimo linear e significativo com a redução da proteína na dieta e aproveitamento de 50% do nitrogênio ingerido. Considerando a proporção nitrogênio fecal e ingerido, o tratamento de 15% de proteína bruta proporcionou melhor utilização do nitrogênio da dieta.

Keshavarz e Austic (2004) avaliaram o aproveitamento do nitrogênio das dietas pelas aves, utilizando dietas com 13% de proteína bruta mais a adição de metionina, lisina e triptofano como recomendado no NRC (1994) em relação a uma dieta controle com 16% de proteína bruta. Os resultados mostraram o valor já esperado de maior ingestão de nitrogênio pelas aves controle, já que a dieta possuía maior porcentagem de proteína bruta, não houve diferença para retenção e excreção de nitrogênio, no entanto para o valor absoluto de excreção de nitrogênio pelas aves houve diferença entre os tratamentos.

Tabela 15 – Médias dos tratamentos para determinação do balanço de nitrogênio das dietas e das excretas de poedeiras comerciais em função dos níveis de proteína bruta e lisina da dieta¹.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | Análise estatística | | | CV (%) |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|-------|-------------------------|--------|----------|--------|
| | Proteína Bruta (%) | | | | Lisina (%) | | Probabilidade (P valor) | | | |
| | 12 | 14 | 16 | 18 | 0,85 | 1,00 | PB | LIS | PB x LIS | |
| Ingestão de nitrogênio (g) | 8,86 c | 9,74 bc | 11,98 ab | 13,94 a | 11,30 | 10,96 | 0,0012 | 0,6974 | 0,9335 | 25,09 |
| Excreção de nitrogênio (g) | 4,06 c | 5,44 bc | 6,20 ab | 7,66 a | 5,46 | 5,90 | 0,0005 | 0,5572 | 0,8949 | 26,23 |
| Balanço de nitrogênio (g) | 4,79 | 4,28 | 5,34 | 5,25 | 4,92 | 4,86 | 0,8008 | 0,8747 | 0,9907 | 51,00 |
| ² Coef. Met. Ap. N (%) | 54,00 | 41,74 | 44,31 | 38,56 | 45,90 | 44,67 | 0,1008 | 0,8532 | 0,8479 | 29,58 |

Letras iguais na mesma coluna, dentro de proteína e dentro de lisina, não diferem entre si pelo teste de Duncan 5%.

¹ Valores com base em ingestão e excreção de duas aves por período de três dias (Média entre parcelas).

² Coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio.

4.1.4 Análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema

As médias para as características de análises laboratoriais estão apresentadas na Tabela 16. As equações de regressão para as características de análises laboratoriais em função dos níveis de proteína bruta na dieta estão apresentadas na Tabela 17.

4.1.4.1 Concentração de proteína dos componentes albúmen e gema

Proteína bruta do albúmen

Houve interação entre os fatores lisina e proteína bruta. A proteína bruta do albúmen sofreu influência do nível de lisina de 0,85% em relação aos níveis de proteína bruta da dieta. O nível de 0,85% de lisina apresentou comportamento quadrático ($c < 0$) em relação aos níveis de proteína bruta estudados (Figura 04). O nível de 1,00% de lisina não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$).

Proteína bruta da gema

Houve interação entre os fatores lisina e proteína bruta. A proteína bruta da gema sofreu influência dos níveis de lisina de 0,85% e 1,00% em relação aos níveis de proteína bruta da dieta. O nível de 0,85% de lisina apresentou comportamento linear crescente em relação aos níveis de proteína bruta estudados. O nível de 1,00% de lisina apresentou comportamento quadrático ($c < 0$) em relação aos níveis de proteína bruta (Figura 05).

4.1.4.2 Concentração de sólidos totais dos componentes albúmen e gema

Sólidos totais do albúmen

Houve interação entre os fatores lisina e proteína bruta. Os sólidos totais do albúmen sofreram influência dos níveis de lisina de 0,85% e 1,00% em relação aos níveis de proteína bruta da dieta. O nível de 0,85% de lisina apresentou comportamento quadrático ($c < 0$) em relação aos níveis de proteína bruta estudados. O nível de 1,00% de lisina apresentou comportamento linear decrescente em relação aos níveis de proteína bruta (Figura 06).

Tabela 16 – Médias dos tratamentos das análises laboratoriais realizadas em ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | Análise estatística | | | CV (%) |
|-------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|------------|---------|-------------------------|---------------|-------------------|--------|
| | Proteína Bruta (%) | | | | Lisina (%) | | Probabilidade (P valor) | | | |
| | 12 | 14 | 16 | 18 | 0,85 | 1,00 | PB | LIS | PB x LIS | |
| Proteína bruta do albúmen (%) | 10,32 | 10,52 | 10,42 | 10,30 | 10,44 | 10,35 | 0,0255 | 0,1060 | <0,0001 | 1,4177 |
| Proteína bruta da gema (%) | 16,50 | 17,05 | 17,25 | 17,04 | 17,08 | 16,84 | <0,0001 | 0,0053 | <0,0001 | 1,2762 |
| Sólidos totais do albúmen (%) | 11,04 | 11,25 | 11,24 | 11,34 | 11,26 | 11,17 | 0,0041 | 0,1083 | 0,0105 | 1,3225 |
| Sólidos totais da gema (%) | 50,18 | 50,60 | 50,61 | 50,46 | 50,60 | 50,32 | 0,0070 | 0,0043 | 0,0222 | 0,4934 |
| Viscosidade do albúmen (cP) | 1,57 | 1,56 | 1,53 | 1,77 | 1,65 | 1,57 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 2,774 |
| Viscosidade da gema (cP) | 122,51 | 128,42 | 130,20 | 123,47 | 132,80a | 119,51b | 0,5114 | 0,0042 | 0,1100 | 9,4348 |
| PH do albúmen | 8,34 | 8,28 | 8,34 | 8,33 | 8,33 | 8,32 | 0,0958 | 0,8349 | 0,1615 | 0,7054 |
| PH da gema ¹ | 6,03 | 6,03 | 6,05 | 6,03 | 6,03b | 6,04a | 0,0185 | 0,0111 | 0,2565 | 0,2344 |

¹pH gema apresentou regressão cúbica para proteína bruta.

Sólidos totais da gema

Houve interação entre os fatores lisina e proteína bruta. O nível de 0,85% de lisina não apresentou diferença estatística ($p>0,05$). Os sólidos totais da gema sofreram influência do nível de lisina de 1,00% apresentando comportamento quadrático ($c<0$) em relação aos níveis de proteína bruta estudados (Figura 07).

4.1.4.3. Viscosidade dos componentes albúmen e gema

Viscosidade do albúmen

Houve interação entre os fatores lisina e proteína bruta. A viscosidade do albúmen sofreu influência dos níveis de lisina de 0,85% e 1,00% em relação aos níveis de proteína bruta da dieta apresentando comportamento quadrático ($c>0$).

Viscosidade da gema

Não houve interação entre os fatores lisina e proteína bruta. O nível de 0,85% de lisina proporcionou maior viscosidade da gema.

4.1.4.4 Potencial Hidrogeniônico – pH dos componentes albúmen e gema

pH do albúmen

Não houve interação entre os fatores estudados. Os valores de pH do albúmen não foram influenciados pelos níveis de proteína bruta e lisina das dietas ($p>0,05$).

pH da gema

Não houve interação entre os fatores estudados. Os valores de pH da gema foram significativos ($p= 0,0185$) para os níveis de proteína bruta apresentando regressão cúbica. O nível de 1,00% de lisina proporcionou maior pH da gema.

As características proteína bruta do albúmen (PBalb), proteína bruta da gema (PBgem), sólidos totais do albúmen (SOLalb), sólidos totais da gema (SOLgem) e viscosidade do albúmen (VISCalb) apresentaram interação significativa entre os fatores estudados. A característica PBalb foi influenciada pelo nível de lisina de 0,85% que apresentou seu ponto de máxima para proteína bruta de 15,145%. O nível de 1,00% não apresentou diferença significativa.

A PBgem foi influenciada pelo nível de 0,85% de lisina apresentando comportamento linear crescente, mostrando que para o nível de 0,85% de lisina quanto maior o nível de proteína (entre 12 e 18% PB) maior a porcentagem de PBalb. A PBalb foi influenciada pelo nível de 1,00% de lisina na dieta que apresentou o ponto de máxima para proteína bruta de 15,594%.

Uma explicação razoável para o incremento de proteína no albúmen envolve a insulina. O fornecimento de aminoácidos na dieta em elevados níveis pode induzir o aumento da incorporação destes no plasma, promovendo a liberação de insulina pelo pâncreas e conseqüentemente a captação de aminoácidos e síntese de proteína (Sturkie, 1986). Portanto, mostrando que a insulina tem efeito direto sobre os mecanismos específicos na síntese de RNAm da ovalbumina.

A característica SOLalb foi influenciada pelo nível de 0,85% de lisina na dieta apresentando o ponto de máxima para proteína bruta de 15,145%, e o nível de 1,00% de lisina apresentando comportamento linear crescente mostrando melhor resposta para SOLalb em relação aos níveis de proteína bruta estudados.

Os SOLgem não foram influenciados pelo nível de 0,85% de lisina na dieta. No entanto, o nível de 1,00% de lisina proporcionou comportamento quadrático tendo seu ponto de máxima para proteína bruta de 15,360%.

A VISCalb sofreu influência de ambos níveis 0,85 e 1,00% de lisina, tendo os pontos de mínima de 12,373 e 15,395% de proteína bruta, respectivamente.

Os níveis de lisina variaram quanto a melhor resposta para a característica, no entanto os níveis de proteína encontrados através do ponto de máxima ficaram em torno de 15,33% (Tabela 17).

Ao trabalharem com ingestão de lisina variando de 667 a 1613mg/ave/dia Prochaska, Carey, Shafer, (1996) observaram que a maior ingestão de lisina proporcionou aumento no peso do ovo, do albúmen e na quantidade de sólidos totais e proteína no albúmen. Em outro estudo, com níveis mais estreitos de ingestão de lisina (638 a 1165mg/ave/dia) os autores referidos observaram que a ingestão de 828mg/ave/dia melhorou a produção de ovos, peso do albúmen e da gema, sendo que a ingestão de 1062mg/ave/dia proporcionou maior concentração de sólidos totais e proteína no albúmen.

Um estudo realizado Novak, Yakout e Scheideler (2004) avaliou os efeitos de dietas contendo diferentes níveis de lisina (860 e 959mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (635, 689, 811 e 877mg/ave/dia) para o primeiro período e níveis

inferiores de lisina (715 e 816mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (578, 607, 699 e 779mg/ave/dia) para o segundo período. A porcentagem de albúmen e os sólidos totais do albúmen aumentaram com o incremento da ingestão de lisina pelas aves. No entanto, os sólidos totais da gema diminuíram com o aumento da ingestão de lisina.

No presente trabalho os níveis de lisina utilizados foram mais estreitos que os citados nas literaturas acima. O nível de 0,85% de lisina de acordo com a ingestão média das aves de 110g ração/ave/dia promove uma ingestão de 935mg/ave/dia de lisina e o nível de 1,00% promoveu a ingestão de 1100mg de lisina/ave/dia. Ambos níveis obtiveram boas respostas em relação aos níveis protéicos desafiados.

Tabela 17 – Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão das características avaliadas em ovos de poedeiras em função dos níveis de proteína bruta da dieta.

| Características | Equação de regressão | LIS (%) | R ² | Componentes da equação | | Ponto de Máxima | Ponto de Mínima |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------|----------------|------------------------|---------|-----------------|-----------------|
| | | | | cx ² | bx | | |
| PB do albúmen (%) | $Y = -0,0456X^2 + 1,3812X + 0,2075$ | 0,85 | 0,829 | -0,0456 | 1,3812 | 15,145 | - |
| | NS | 1,00 | - | - | - | - | - |
| PB da gema (%) | $Y = 0,0775X + 15,92$ | 0,85 | 0,5498 | - | - | - | - |
| | $Y = -0,0838X^2 + 2,6135X - 3,125$ | 1,00 | 0,8257 | -0,0838 | 2,6135 | 15,594 | - |
| Sol. tot. albúmen (%) | $Y = -0,0456X^2 + 1,3812X + 0,2075$ | 0,85 | 0,829 | -0,0456 | 1,3812 | 15,145 | - |
| | $Y = -0,028x + 10,765$ | 1,00 | 0,1566 | - | - | - | - |
| Sol. tot. gema (%) | NS | 0,85 | - | - | - | - | - |
| | $Y = -0,0719X^2 + 2,2087X + 33,723$ | 1,00 | 0,9623 | -0,0719 | 2,2087 | 15,360 | - |
| Viscosidade do albúmen (cP) | $Y = 0,0138X^2 - 0,3415X + 3,605$ | 0,85 | 0,8856 | 0,0138 | -0,3415 | - | 12,373 |
| | $Y = 0,0181X^2 - 0,5573X + 5,7575$ | 1,00 | 0,9998 | 0,0181 | -0,5573 | - | 15,395 |

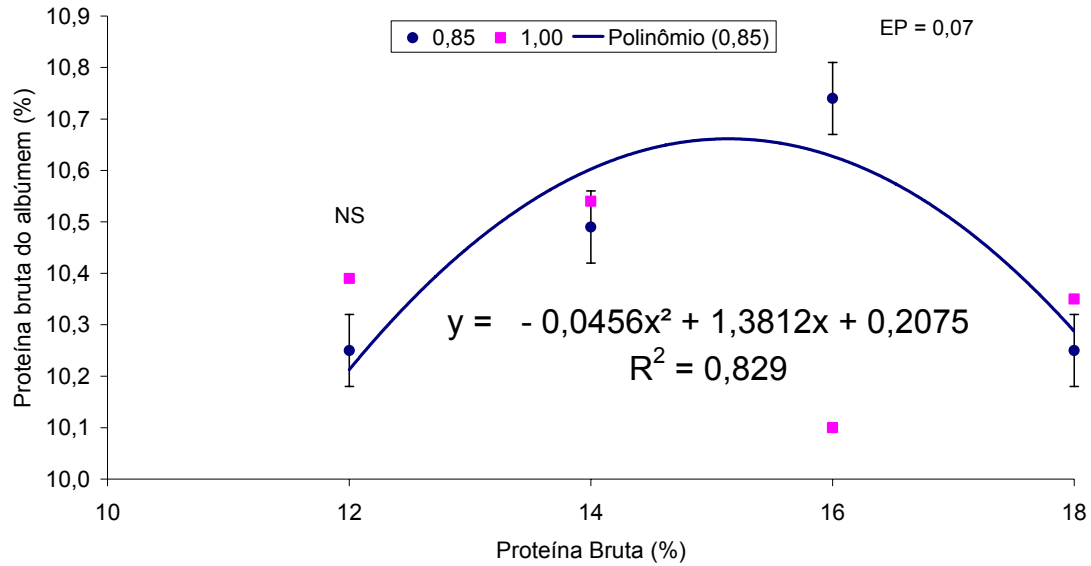


Figura 04. Desdobramento da interação entre lisina e proteína bruta para a característica proteína bruta do albúmen.

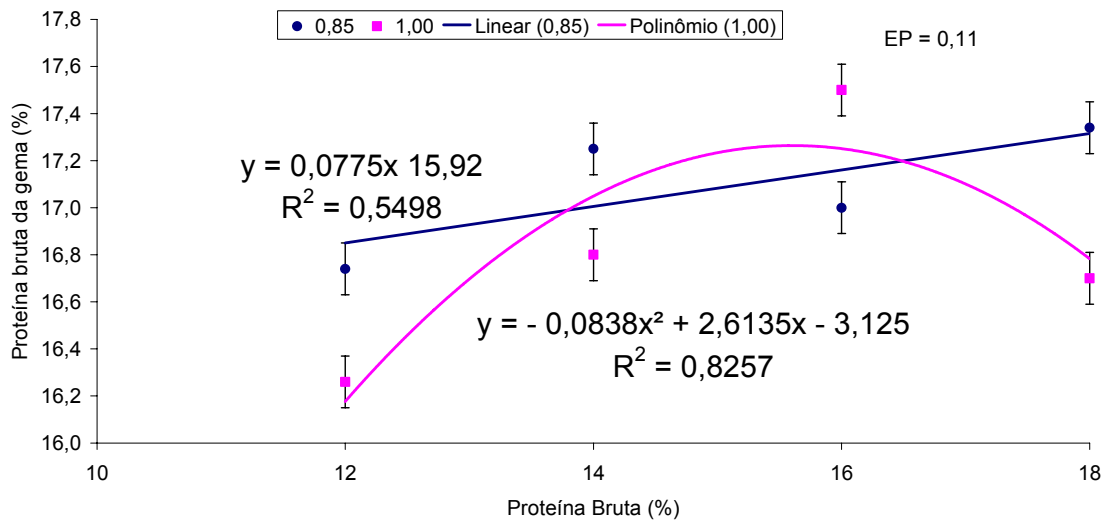


Figura 05. Desdobramento da interação entre lisina e proteína bruta para a característica proteína bruta da gema.

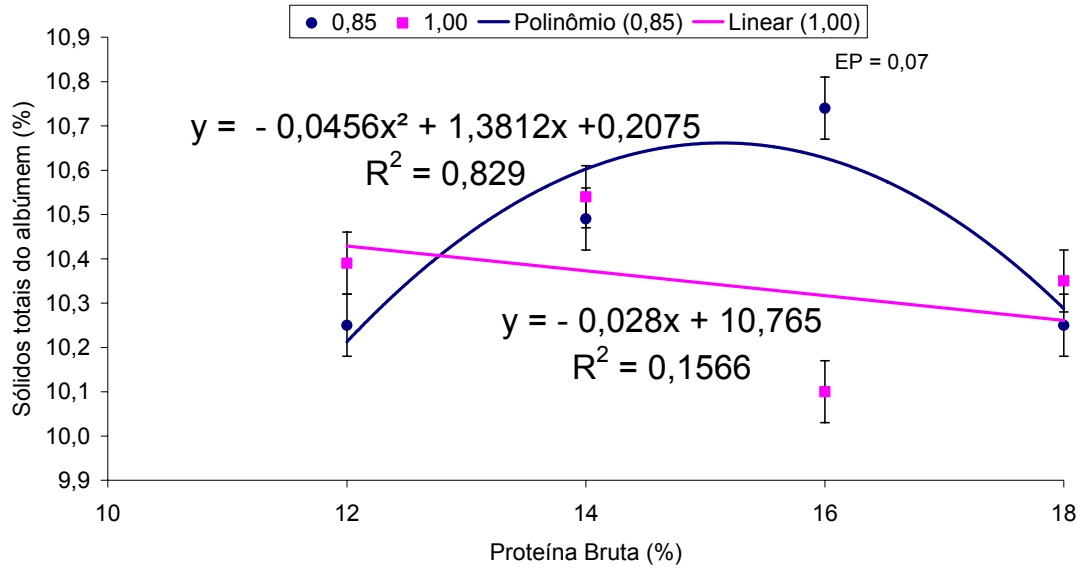


Figura 06. Desdobramento da interação entre lisina e proteína bruta para a característica sólidos totais do albúmen.

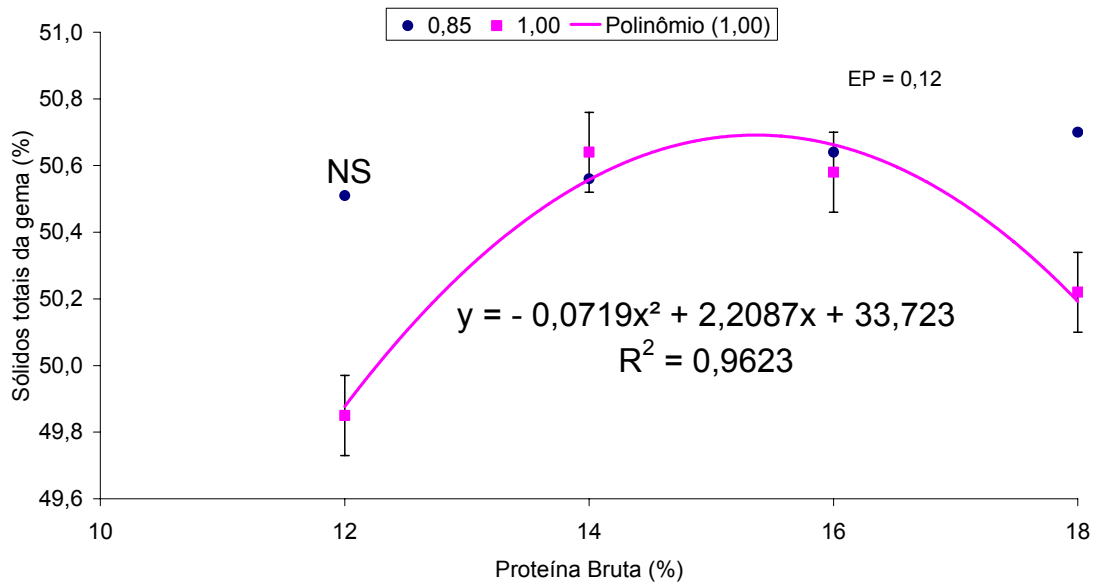


Figura 07. Desdobramento da interação entre lisina e proteína bruta para a característica sólidos totais da gema.

Existe uma correlação significativa ($p=0,0244$) e negativa ($r=-0,4488$) entre as características pHALB e VISGEM. Não existe qualquer relação entre as outras características estudadas. Portanto as variáveis são consideradas independentes (Tabela 18).

Podemos dizer que à medida que o pH do albúmen aumenta a viscosidade da gema diminui, o inverso também é verdadeiro.

Um exemplo claro dessa correlação ocorre na estocagem dos ovos, a viscosidade da gema está diretamente correlacionada com a resistência da membrana vitelina que é uma característica de qualidade da gema (Kirunda e Mckee, 2000). Conforme o tempo de estocagem do ovo aumenta, mais água passa do albúmen para a gema provocando uma alteração na viscosidade desse componente e conseqüente diminuição da resistência da membrana da gema.

Dessa forma fica claro que a viscosidade da gema interfere no pH do albúmen devido a migração de água de um componente para o outro.

Tabela 18. Coeficientes de correlação entre as características pH do albúmen (pHALB), pH da gema (pHGEM), viscosidade do albúmen (VISALB), viscosidade da gema (VISGEM) e unidade Haugh (UH) referentes à ovos provenientes de poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina.

| | pHALB | pHGEM | VISALB | VISGEM | UH |
|--------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| pHALB | 1,00 | | | | |
| pHGEM | -0,071490 | 1,00 | | | |
| Probabilidade | 0,7342 | | | | |
| VISALB (cP) | -0,231589 | 0,197952 | 1,00 | | |
| Probabilidade | 0,2653 | 0,3429 | | | |
| VISGEM (cP) | -0,448842 | 0,096602 | 0,267837 | 1,00 | |
| Probabilidade | 0,0244 | 0,6460 | 0,1955 | | |
| UH | -0,203844 | -0,130583 | 0,214030 | 0,273967 | 1,00 |
| Probabilidade | 0,3284 | 0,5338 | 0,3043 | 0,1851 | |

4.2 Experimento 2: Efeitos de diferentes níveis de metionina e lisina sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais

4.2.1 Características de desempenho

As médias para as características de desempenho avaliadas no experimento 2, estão apresentadas na Tabela 19. As equações de regressão para as características de desempenho em função dos níveis de metionina e lisina na dieta estão apresentadas na Tabela 20 e 21, respectivamente. As equações para desdobramento das interações estão na Tabela 22.

Consumo de ração

Não houve interação entre os fatores estudados. O consumo de ração pelas aves apresentou um comportamento quadrático ($c < 0$) em relação aos níveis de metionina e de lisina estudados.

Consumo de Metionina

Não houve interação entre os fatores estudados. O consumo de metionina pelas aves apresentou um comportamento linear crescente em relação aos níveis de metionina estudados. Em relação aos níveis de lisina o consumo de ração apresentou um comportamento quadrático ($c < 0$).

Consumo de Lisina

Houve interação entre os fatores estudados (Figura 13). O consumo de lisina pelas aves apresentou independente do nível de lisina utilizado comportamento quadrático ($c < 0$) em relação ao incremento de metionina na dieta. O nível de 0,482% de lisina não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$).

Consumo de energia metabolizável

Não houve interação entre os fatores estudados. O consumo de energia metabolizável pelas aves apresentou um comportamento quadrático ($c < 0$) em relação aos níveis de metionina e de lisina estudados.

Tabela 19 – Médias dos tratamentos para as características de desempenho de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de metionina e lisina.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | | | Análise estatística | | | |
|------------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|---------|-------------------------|---------------|---------------|-------|
| | Metionina (%) | | | | Lisina (%) | | | | Probabilidade (P valor) | | | CV |
| | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 | 0,482 | 0,682 | 0,882 | 1,082 | MET | LIS | METxLIS | (%) |
| Consumo de ração (g/ave/dia) | 85,88 | 101,28 | 100,05 | 104,34 | 93,07 | 99,45 | 100,23 | 98,80 | <0,0001 | 0,0149 | 0,4710 | 6,79 |
| Cons. de metionina (mg/ave/dia) | 193,23 | 322,08 | 411,21 | 526,94 | 343,66 | 368,53 | 375,65 | 365,62 | <0,0001 | 0,0049 | 0,2156 | 6,88 |
| Cons. de lisina (mg/ave/dia) | 672,78 | 797,74 | 786,43 | 823,02 | 448,59 | 678,29 | 884,04 | 1069,05 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0171 | 6,19 |
| Cons. de energia (kcal EM/ave/dia) | 236,17 | 278,53 | 275,14 | 286,95 | 255,94 | 273,50 | 275,64 | 271,71 | <0,0001 | 0,0149 | 0,4713 | 6,79 |
| Produção de ovos (%ovos/ave/dia) | 53,39 | 72,95 | 71,96 | 75,88 | 60,38 | 72,31 | 71,17 | 70,33 | <0,0001 | 0,0024 | 0,8487 | 13,64 |
| Peso do ovo (g) | 60,58 | 63,02 | 64,47 | 65,14 | 63,38 | 62,63 | 63,58 | 63,62 | <0,0001 | 0,7083 | 0,6659 | 4,25 |
| Massa de ovos (g/ave/dia) | 32,61 | 45,90 | 46,38 | 49,42 | 38,15 | 45,75 | 45,31 | 45,10 | <0,0001 | 0,0008 | 0,8254 | 12,91 |
| Conversão alimentar | 2,75 | 2,24 | 2,39 | 2,16 | 2,52 | 2,28 | 2,29 | 2,30 | <0,0001 | 0,0553 | 0,4610 | 12,12 |

Produção de ovos

Não houve interação entre os fatores estudados. A produção de ovos das aves apresentou comportamento quadrático ($c < 0$) em relação aos níveis de metionina e de lisina estudados (Figura 08 e 09).

Peso dos ovos

Não houve interação entre os fatores estudados. O peso do ovo das aves apresentou um comportamento linear crescente em relação aos níveis de metionina estudados (Figura 10).

Massa de ovos

Não houve interação entre os fatores estudados. A massa de ovos apresentou comportamento quadrático ($c < 0$) em relação aos níveis de metionina e de lisina estudados (Figura 11 e 12).

Conversão alimentar

Não houve interação entre os fatores estudados. A conversão alimentar apresentou um comportamento quadrático ($c > 0$) em relação aos níveis de metionina estudados.

O consumo de ração (CR) foi influenciado pelos níveis de metionina e lisina obtendo os pontos de máxima de 0,456 e 0,874%, respectivamente. O consumo de metionina (CMET) foi influenciado de forma linear e positiva pelos níveis de metionina, ou seja, quanto maior o nível, entre os estudados, maior o consumo de ração. O CMET foi influenciado pelos níveis de lisina na dieta, sendo que o ponto de máxima encontrado para a lisina foi de 0,866%. O consumo de energia (CE) foi influenciado pelos níveis de metionina e lisina, sendo que os pontos de máxima encontrados foram 0,456 e 0,874%, respectivamente. A produção de ovos (PROD) foi influenciada pelos níveis de metionina e lisina sendo que os pontos de máxima encontrados foram 0,444 e 0,872%, respectivamente. O peso do ovo (PO) foi influenciado de forma linear pelos níveis de lisina nas dietas. A massa de ovos (MO) foi influenciada pelos níveis de metionina e lisina nas dietas, sendo que os pontos de máxima foram 0,458 e 0,884%, respectivamente. A conversão alimentar teve seu

ponto de mínima para os níveis de metionina estudados em 0,442%, ou seja, a melhor conversão alimentar ocorreu com este nível de metionina.

O consumo de lisina apresentou interação entre os fatores, onde os pontos de máxima da metionina em função dos níveis de lisina foram 0,430; 0,511 e 0,440% para os níveis de 0,682; 0,882 e 1,082% de lisina. Evidenciando que o nível de metionina e lisina que mostraram maior consumo de lisina pelas aves foram 0,511 e 0,882%, respectivamente.

Os níveis de metionina tiveram em média os pontos de máxima de 0,450% e os níveis de lisina com pontos de máxima em média de 0,870%, para todas as características a variação dos níveis encontrados ocorreram na segunda casa decimal (Tabela 20, 21 e 22).

Ao estabelecer exigências nutricionais de metionina+cistina para galinhas poedeiras leves (Lohmann Selected Leghorn) e semipesadas (Lohmann Brown) no segundo ciclo de produção, Barbosa, Soares e Rostagno (1999a) utilizaram dietas contendo 14,20% de proteína bruta e 0,484% de metionina+cistina, suplementadas com seis níveis de metionina (0; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; e 0,25%) e verificaram que as poedeiras leves proporcionaram melhores índices de produção, massa de ovos, e conversão alimentar e as semipesadas, maior peso dos ovos e consumo de ração.

As exigências de metionina+cistina estimadas por meio do modelo quadrático foram 0,692 e 0,655%, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Estas exigências correspondem ao consumo diário por ave de 785 e 779mg de metionina+cistina, respectivamente. Ao contrário do esperado, as poedeiras semipesadas foram menos exigentes que as leves, possivelmente por apresentarem produção de ovos e massa de ovos diários inferiores às poedeiras leves.

Em recente estudo, Togashi, Fonseca e Soares (2002) ao determinarem os níveis de metionina+cistina para poedeiras semipesadas (Isa Brown), observaram efeito quadrático para as características produção de ovos, peso do ovo, consumo de ração, conversão alimentar e Unidade Haugh. Os autores relatam que este comportamento, onde os menores valores são correspondentes aos menores níveis de metionina+cistina nas rações, ocorre devido a um provável desbalanço de aminoácidos, decorrente da modificação na composição e adição em excesso destes na dieta. Os níveis de metionina+cistina referente à exigência da ave para desempenho produtivo e qualidade do ovo foram respectivamente de 0,560 e 0,580%.

Tabela 20. Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão das características de desempenho das aves em função dos níveis de metionina nas dietas.

| Características | Equação de regressão | R ² | Componentes da equação | | Ponto de máxima | Ponto de mínima |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------|---------|-----------------|-----------------|
| | | | cx ² | bx | | |
| Consumo de ração (g/ave/dia) | $Y = -319,21X^2 + 291,06X + 37,667$ | 0,878 | -319,21 | 291,06 | 0,456 | - |
| Consumo de metionina (mg/ave/dia) | $Y = 1168,7X - 62,908$ | 0,996 | | | | - |
| Consumo de energia (kcal EM/ave/dia) | $Y = -877,76X^2 + 800,39X + 103,58$ | 0,878 | -877,76 | 800,39 | 0,456 | - |
| Produção de ovos (%ovos/ave/dia) | $Y = -450,2X^2 + 399,91X - 12,522$ | 0,897 | -450,2 | 399,91 | 0,444 | - |
| Peso do ovo (g) | $Y = 16,206X + 57,391$ | 0,935 | | | | - |
| Massa de ovos (g/ave/dia) | $Y = -294,76X^2 + 269,73X + 12,384$ | 0,929 | -294,76 | 269,73 | 0,458 | - |
| Conversão alimentar | $Y = 12,357X^2 - 10,917X + 4,5511$ | 0,921 | 12,357 | -10,917 | - | 0,442 |

Tabela 21. Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão das características de desempenho em função dos níveis de lisina nas dietas.

| Características | Equação de regressão | R ² | Componentes da equação | | Ponto de máxima | Ponto de mínima |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------|--------|-----------------|-----------------|
| | | | cx ² | bx | | |
| Consumo de ração (g/ave/dia) | $Y = -48,813X^2 + 85,328X + 63,452$ | 0,982 | -48,813 | 85,328 | 0,874 | - |
| Consumo de metionina (mg/ave/dia) | $Y = -217,5X^2 + 376,57X + 212,75$ | 1,000 | -217,5 | 376,57 | 0,866 | - |
| Consumo de energia (kcal EM/ave/dia) | $Y = -134,31X^2 + 234,79X + 174,44$ | 0,982 | -134,31 | 234,79 | 0,874 | - |
| Produção de ovos (%ovos/ave/dia) | $Y = -79,812X^2 + 139,18X + 12,505$ | 0,902 | -79,812 | 139,18 | 0,872 | - |
| Massa de ovos (g/ave/dia) | $Y = -49,438X^2 + 87,375X + 7,9291$ | 0,915 | -49,438 | 87,375 | 0,884 | - |

Tabela 22 – Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão do desdobramento da interação entre os fatores para as características de desempenho das aves em função dos níveis de metionina para cada nível de lisina nas dietas.

| Características | Equação de regressão | LIS (%) | R ² | Componentes da equação | | Ponto de máxima | Ponto de mínima |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------|----------------|------------------------|--------|-----------------|-----------------|
| | | | | cx ² | bx | | |
| | NS | 0,482 | - | - | - | - | - |
| Consumo de lisina (mg/ave/dia) | $Y = -2773,3X^2 + 2386,3X + 207,04$ | 0,682 | 0,987 | -2773,3 | 2386,3 | 0,430 | - |
| | $Y = -2788,5X^2 + 2850,6X + 245,61$ | 0,882 | 0,938 | -2788,5 | 2850,6 | 0,511 | - |
| | $Y = -3471,3X^2 + 3055,1X + 454,3$ | 1,082 | 0,695 | -3471,3 | 3055,1 | 0,440 | - |

Classificação dos ovos por tipo

A classificação dos ovos não foi influenciada pelos níveis de metionina e lisina estudados. A classificação dos ovos é feita de acordo com uma faixa de peso dos ovos, apesar da característica peso dos ovos apresentar diferença significativa, não foi o suficiente para mudar de faixa de peso pré-estabelecida. Os dados para classificação em relação ao peso dos ovos estão apresentados na Tabela 23.

A característica classificação dos ovos segundo o tipo considerando a faixa de peso do ovo não apresentou diferença significativa entre os fatores estudados. Keshavarz e Austic (2004) estudando redução protéica em dietas de poedeiras observaram que dietas com 13% de proteína bruta mais a adição de metionina, lisina e triptofano como recomendado no NRC (1994) proporcionaram resultados semelhantes aos de uma dieta convencional com 16% de proteína bruta. No entanto, o desempenho das aves com a dieta convencional proporcionou melhor resultado para todas as características de produção avaliadas (produção de ovos, peso do ovo, massa de ovos, consumo de ração, conversão alimentar). Quanto à classificação dos ovos por tipo houve maior porcentagem de produção de ovos do tamanho grande ou maior para a dieta de 16% de proteína (89,5%) enquanto que as aves que receberam dieta com 13% de proteína bruta suplementada com os aminoácidos tiveram maior porcentagem de ovos com tamanho médio ou menor (35,1%).

Da mesma forma que a lisina, a metionina é capaz de promover melhora nos componentes do ovo. Ao estudarem dietas com adição de 1% de aminoácidos em excesso (lisina, metionina, treonina ou triptofano), Koelkebeck, Baker, Han (1991) observaram maior peso dos ovos para a dieta com adição de metionina, porém não diferenciou da dieta controle.

Segundo Shafer, Carey, Prochaska (1996) a ingestão de metionina pode alterar a composição do ovo sem alterar o tamanho do mesmo. Esses autores ao trabalharem com ingestão de metionina de 326 e 512mg/ave/dia observaram maior peso dos ovos, massa de ovos e sólidos totais para albúmen e gema, quando utilizado o nível mais alto do aminoácido. No entanto, em outro estudo, trabalhando com níveis de ingestão de metionina intermediários (328; 354; 392 e 423mg/ave/dia) em relação ao estudo anterior, não foi observada diferença para produção de ovos e peso dos ovos entre os níveis testados.

Deponti (2004) fornecendo dietas com diferentes níveis de triptofano (0,13%; 0,15%; 0,17%; 0,19% e 0,21%) para poedeiras Hisex White com 51 semanas de idade, realizou a classificação dos ovos segundo o peso estabelecido pelo Ministério da Agricultura, e observou que tanto o peso dos ovos como a classificação não proporcionaram diferença estatística.

Tabela 23 – Classificação em relação ao peso do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina e lisina.

| Fatores (%) | | Classificação dos ovos | | | | | |
|--------------------------|-----------|------------------------|-------------------|---------------|------------------------|-------------------|---------------|
| | | 3ª semana experimental | | | 6ª semana experimental | | |
| Lisina | Metionina | Grande 55 a 59g | Extra 60 a 64g | Jumbo >65g | Grande 55 a 59g | Extra 60 a 64g | Jumbo >65g |
| 0,482 | 0,225 | 33,87 | 43,00 | 17,00 | 38,25 | 19,37 | 36,25 |
| | 0,318 | 22,62 | 47,25 | 26,87 | 38,50 | 40,25 | 26,87 |
| | 0,411 | 40,50 | 27,75 | 35,12 | 34,00 | 21,87 | 43,62 |
| | 0,505 | 39,87 | 27,25 | 28,25 | 31,50 | 42,62 | 28,00 |
| 0,682 | 0,225 | 45,12 | 32,50 | 17,00 | 47,75 | 23,12 | 21,50 |
| | 0,318 | 33,87 | 40,25 | 24,75 | 34,00 | 34,00 | 31,25 |
| | 0,411 | 35,87 | 15,75 | 43,75 | 17,50 | 41,12 | 38,37 |
| | 0,505 | 32,87 | 25,75 | 40,62 | 22,50 | 44,75 | 32,62 |
| 0,882 | 0,225 | 28,25 | 40,75 | 24,75 | 45,25 | 25,50 | 28,12 |
| | 0,318 | 30,62 | 40,25 | 29,37 | 31,50 | 53,00 | 15,87 |
| | 0,411 | 22,62 | 30,75 | 48,25 | 22,50 | 27,25 | 43,62 |
| | 0,505 | 27,25 | 43,00 | 24,75 | 17,50 | 34,00 | 44,75 |
| 1,082 | 0,225 | 37,87 | 27,00 | 35,12 | 28,12 | 25,62 | 41,50 |
| | 0,318 | 35,87 | 30,00 | 34,00 | 47,75 | 18,50 | 24,00 |
| | 0,411 | 35,87 | 28,25 | 32,50 | 29,50 | 44,75 | 24,00 |
| | 0,505 | 17,00 | 20,50 | 57,87 | 33,87 | 24,25 | 39,62 |
| Probabilidade (%) | | 0,7419 | 0,4918 | 0,057 | 0,215 | 0,1410 | 0,5138 |
| Desvio padrão | | 33,4 | 35,4 | 33,4 | 33,1 | 35,2 | 35,5 |

Nenhum efeito significativo pelo teste de Duncan 5%.

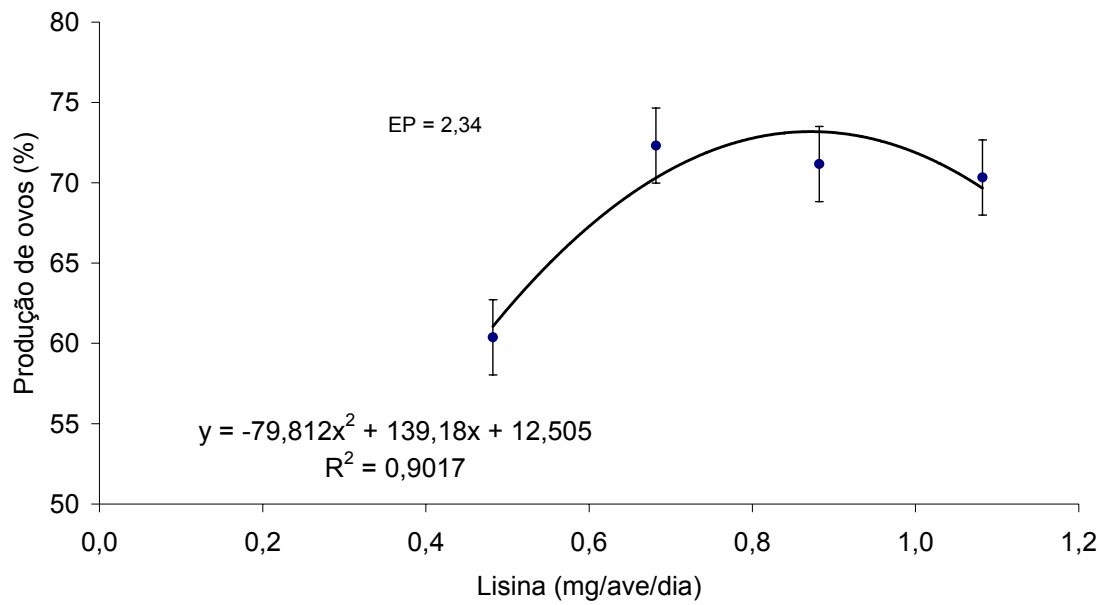


Figura 08. Produção de ovos em função dos níveis de lisina na dieta.

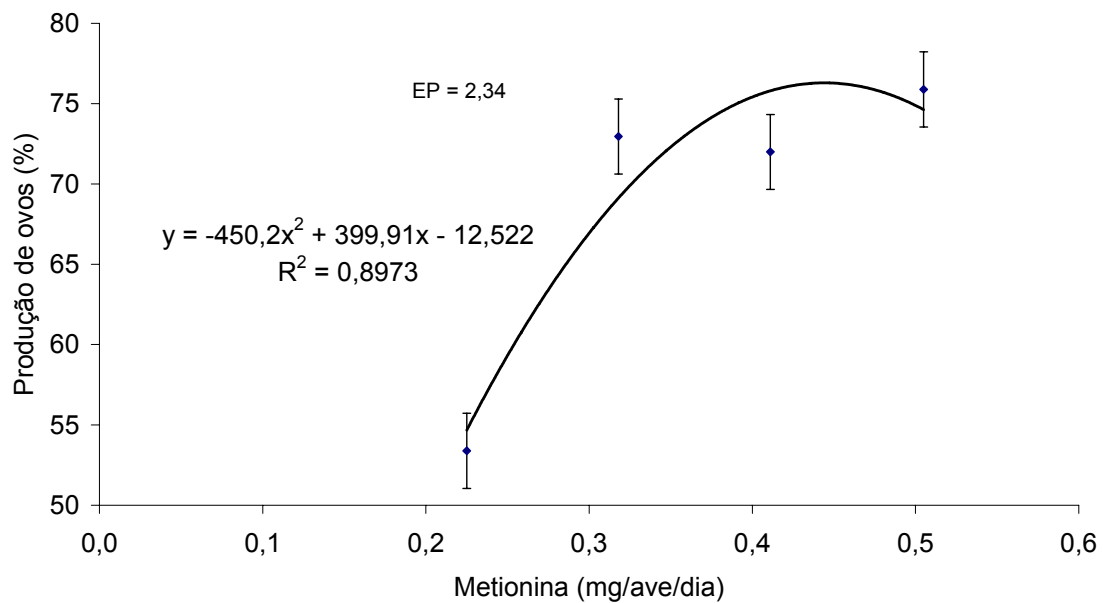


Figura 09. Produção de ovos em função dos níveis de metionina na dieta.

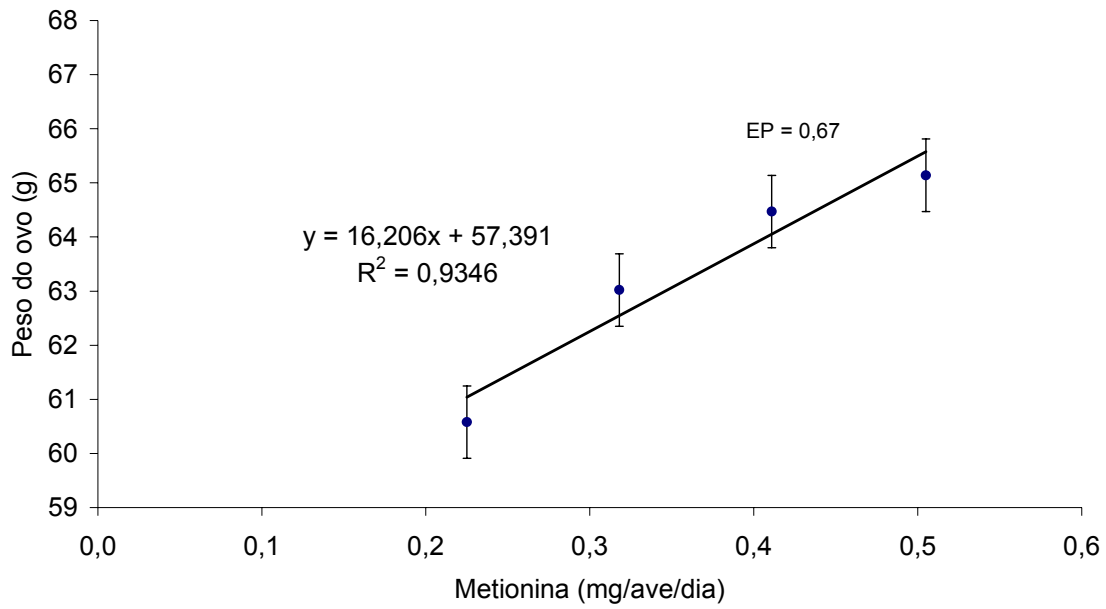


Figura 10. Peso do ovo em função dos níveis de metionina na dieta.

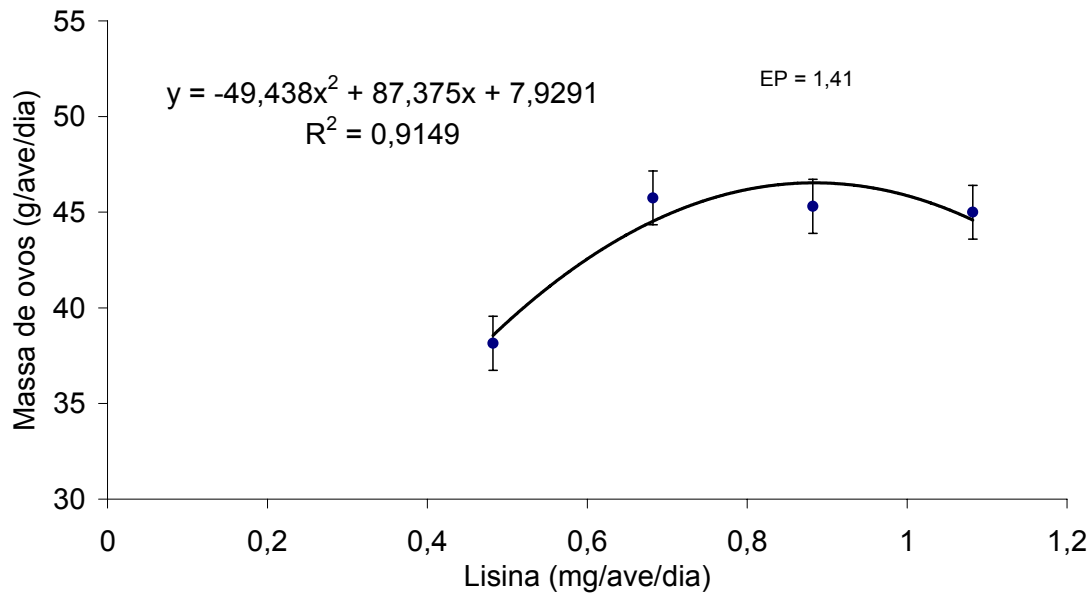


Figura 11. Massa de ovos em função dos níveis de lisina na dieta.

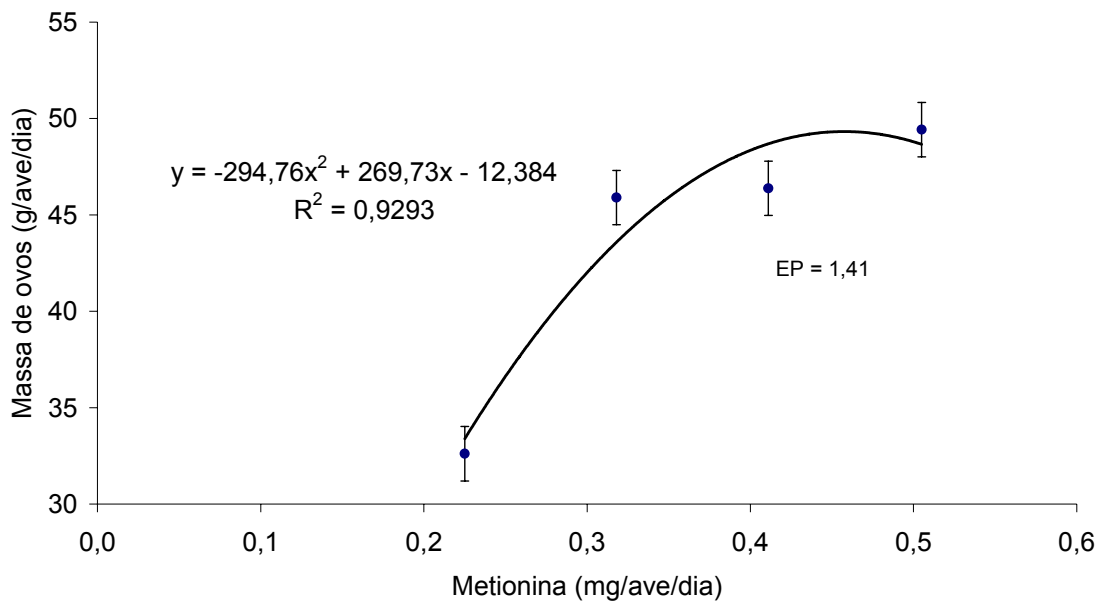


Figura 12. Massa de ovos em função dos níveis de metionina na dieta.

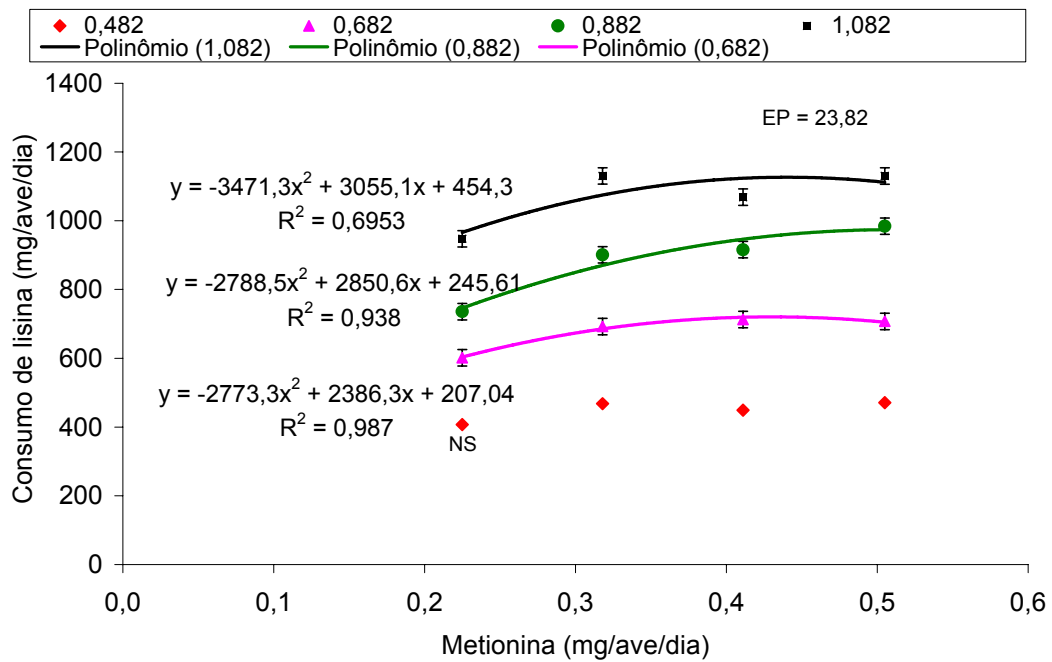


Figura 13. Desdobramento da interação entre lisina e metionina para a característica de consumo de lisina.

4.2.2 Características de qualidade interna e externa dos ovos

As médias para as características de qualidade interna e externa dos ovos no experimento 2, estão apresentadas na Tabela 24, 25, 26 e 27.

4.2.2.1 Qualidade interna dos ovos

Porcentagem de albúmen e gema

Não houve interação entre os fatores estudados. As porcentagens de albúmen e gema não foram influenciadas pelos níveis de metionina e lisina das dietas (Tabela 24).

Unidade Haugh em ovos frescos

Não houve interação entre os fatores estudados. A unidade Haugh dos ovos frescos não foi influenciada pelos níveis de metionina e lisina das dietas (Tabela 24).

Shafer, Carey, Prochaska, (1998) avaliando níveis altos de ingestão de metionina (413; 507 e 556mg/ave/dia) observaram que a porcentagem de albúmen aumentou com a ingestão de 507 e 556mg/ave/dia e a porcentagem de gema respondeu a ingestão de 556mg/ave/dia de metionina.

Um estudo realizado Novak, Yakout e Scheideler (2004) utilizando galinhas Dekalb Delta com duas faixas etárias variando de 20 a 43 semanas e 44 a 63 semanas, avaliou os efeitos de dietas contendo diferentes níveis de lisina (860 e 959mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (635, 689, 811 e 877mg/ave/dia) para o primeiro período e níveis inferiores de lisina (715 e 816mg/ave/dia) e aminoácidos sulfurados totais (578, 607, 699 e 779mg/ave/dia) para o segundo período. Os autores observaram que apesar de ocorrer um aumento na porcentagem de albúmen e nos sólidos do albúmen conforme se aumentou os níveis de lisina, nenhuma diferença significativa foi encontrada nos valores de unidade Haugh. A porcentagem de albúmen e os sólidos totais do albúmen aumentaram com o incremento da ingestão de lisina pelas aves.

Tabela 24 – Médias dos tratamentos para qualidade interna de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de metionina e lisina.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | | | Análise estatística | | | CV (%) |
|------------------------|------------------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|----------------------------|--------|---------|--------|
| | Metionina (%) | | | | Lisina (%) | | | | Probabilidade (valor de P) | | | |
| | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 | 0,482 | 0,682 | 0,882 | 1,082 | MET | LIS | METxLIS | |
| Porcentagem de albúmen | 64,47 | 64,39 | 64,77 | 64,26 | 64,54 | 64,54 | 64,63 | 64,18 | 0,7211 | 0,7766 | 0,6761 | 2,03 |
| Porcentagem de gema | 26,26 | 26,41 | 26,58 | 26,72 | 26,31 | 26,35 | 26,38 | 26,93 | 0,7686 | 0,5002 | 0,9238 | 4,90 |
| Unidade Haugh | 85,97 | 86,61 | 85,18 | 85,07 | 85,09 | 85,63 | 87,30 | 84,81 | 0,5729 | 0,1977 | 0,3414 | 4,09 |

Unidade Haugh em ovos armazenados em diferentes condições ambientais

Houve interação para as características avaliadas, unidade Haugh e altura de albúmen em relação ao tipo de armazenamento dos ovos, natural e refrigerada (Tabela 26). O peso do ovo não sofreu influência dos fatores de armazenamento. No entanto, entre os fatores principais, a lisina influenciou positivamente no peso dos ovos de acordo com o aumento dos níveis na dieta (Tabela 25).

As características avaliadas nos ovos como, unidade Haugh e altura de albúmen, tiveram diminuição na qualidade de acordo com o avançar das semanas, independente do ambiente armazenado. No entanto, a velocidade de queda da qualidade do ovo é mais acentuada para os ovos armazenados em ambiente natural. Em ambiente refrigerado os ovos foram mantidos em melhor qualidade por mais tempo.

A discussão dos dados segue as mesmas considerações feitas para Unidade Haugh em ovos armazenados em diferentes condições ambientais no Experimento 1.

Tabela 25 – Médias dos tratamentos para armazenamento de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de metionina e lisina nas dietas.

| Fatores | Características avaliadas | | |
|----------------|---------------------------|----------------|---------------------|
| | Unidade Haugh | Peso ovo (g) | Altura albúmen (mm) |
| MET (%) | | | |
| 0,225 | 59,56 | 60,76 | 5,04 |
| 0,318 | 62,47 | 61,67 | 5,26 |
| 0,411 | 60,78 | 61,98 | 5,19 |
| 0,505 | 58,97 | 62,59 | 5,24 |
| LIS (%) | | | |
| 0,482 | 63,09 | 57,77 b | 5,22 |
| 0,682 | 62,55 | 61,81 a | 5,26 |
| 0,882 | 56,58 | 63,77 a | 5,00 |
| 1,082 | 59,55 | 63,55 a | 5,24 |
| CV(%) | 33,09 | 1,42 | 25,85 |

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna em cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 26 – Desdobramento da interação dos fatores ambiente e período de armazenamento para as características unidade Haugh e altura de albúmen.

| * | Período de armazenamento | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---------|---------|---------|--------------|
| | (semanas) | | | | |
| AMB | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| unidade Haugh | | | | | |
| N | 87,44aA | 53,92bB | 29,35cB | -0,68dB | 42,51 |
| R | 87,44aA | 81,24aA | 73,01bA | 71,82cA | 78,38 |
| | 87,44 | 67,58 | 51,18 | 35,57 | Média |
| CV(%) = 28,21 | | | | | |
| altura do albúmen (mm) | | | | | |
| N | 7,86aA | 3,83bB | 2,34cB | 1,51dB | 15,54 |
| R | 7,86aA | 6,79bA | 5,71cA | 5,55cA | 25,91 |
| | 7,86 | 5,31 | 4,02 | 3,53 | Média |
| CV(%) = 17,29 | | | | | |

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas (linha) e maiúsculas (coluna) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

*Ambiente de armazenamento natural (N) e refrigerado (R).

4.2.2.2 Qualidade externa dos ovos

Porcentagem de casca

Não houve interação entre os fatores estudados. A porcentagem de casca não foi influenciada pelos níveis de metionina e lisina das dietas (Tabela 27).

Espessura da casca

Não houve interação entre os fatores estudados. A espessura de casca não foi influenciada pelos níveis de metionina e lisina das dietas (Tabela 27).

Tabela 27 – Médias dos tratamentos para qualidade externa de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de metionina e lisina.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | | | Análise estatística | | | CV (%) |
|-------------------------|------------------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|----------------------------|--------|---------|--------|
| | Metionina (%) | | | | Lisina (%) | | | | Probabilidade (valor de P) | | | |
| | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 | 0,482 | 0,682 | 0,882 | 1,082 | MET | LIS | METxLIS | |
| Espessura de casca (mm) | 0,39 | 0,40 | 0,38 | 0,39 | 0,39 | 0,38 | 0,39 | 0,38 | 0,0712 | 0,4050 | 0,6252 | 4,86 |
| Porcentagem de casca | 9,12 | 9,06 | 8,65 | 8,85 | 9,14 | 8,95 | 8,76 | 8,82 | 0,0776 | 0,2263 | 0,7371 | 6,14 |

4.2.4 Análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema

As médias para as características de análises laboratoriais dos componentes albúmen e gema do experimento 2, estão apresentadas Tabela 28. As equações de regressão do desdobramento da interação das características de análises laboratoriais do albúmen e da gema em função dos níveis de metionina na dieta estão apresentadas na Tabela 29.

4.2.4.1 Concentração de sólidos totais dos componentes albúmen e gema

Sólidos totais do albúmen

Houve interação entre os fatores estudados (Figura 14). Os sólidos totais do albúmen tiveram seus valores aumentados em relação ao nível de 1,082% de lisina apresentando comportamento linear crescente, já o nível de 0,682% de lisina apresentou um comportamento linear decrescente em relação aos níveis de metionina na dieta. Os níveis de 0,482% e 0,882% de lisina não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$).

Sólidos totais da gema

Houve interação entre os fatores estudados (Figura 15). Os sólidos totais da gema foram influenciados pelos níveis de 0,482 e 0,882% de lisina que apresentaram um comportamento quadrático ($c<0$) em relação aos níveis de metionina estudados. O nível de 0,682% apresentou comportamento linear crescente em relação aos níveis estudados. No entanto o maior nível estudado (1,082% de lisina) apresentou um comportamento quadrático ($c>0$) de sólidos totais da gema respondendo bem aos níveis de metionina na dieta.

4.2.4.2 Viscosidade dos componentes albúmen e gema

Viscosidade do albúmen

Houve interação entre os fatores estudados. A viscosidade do albúmen foi influenciada pelo nível de 0,482% de lisina que apresentou comportamento quadrático ($c>0$) em relação aos níveis de metionina estudados. O nível de 0,882% de lisina apresentou comportamento linear crescente em relação aos níveis de metionina na dieta. Os níveis de 0,682 e 1,082% de lisina não apresentaram diferença estatística ($p>0,05$).

Tabela 28 – Médias dos tratamentos para as características em ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina e lisina.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | | | Análise estatística | | | CV (%) |
|-------------------------------|------------------------|--------|-------|--------|------------|-------|-------|--------|----------------------------|---------|-------------------|--------|
| | Metionina (%) | | | | Lisina (%) | | | | Probabilidade (valor de P) | | | |
| | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 | 0,482 | 0,682 | 0,882 | 1,082 | MET | LIS | METxLIS | |
| Sólidos totais do albúmen (%) | 11,00 | 10,96 | 11,06 | 11,14 | 11,24 | 10,92 | 11,14 | 10,85 | 0,1768 | <0,0001 | 0,0042 | 2,22 |
| Sólidos totais da gema (%) | 50,30 | 50,71 | 50,87 | 51,41 | 51,02 | 50,88 | 50,50 | 50,89 | 0,0003 | 0,1665 | <0,0001 | 1,31 |
| Viscosidade do albúmen (cP) | 1,89 | 2,16 | 1,79 | 2,14 | 1,90 | 2,25 | 2,05 | 1,79 | <0,0001 | <0,0001 | 0,006 | 12,28 |
| Viscosidade da gema (cP) | 91,27 | 108,14 | 99,56 | 100,02 | 114,05 | 86,89 | 97,53 | 100,52 | 0,0055 | 0,0005 | <0,0001 | 16,77 |
| pH do albúmen | 8,76 | 8,77 | 8,64 | 8,70 | 8,66 | 8,67 | 8,81 | 8,73 | 0,159 | 0,1196 | 0,417 | 2,13 |
| pH da gema | 6,04 | 5,99 | 5,98 | 5,97 | 6,02 | 6,00 | 5,97 | 5,98 | <0,0001 | 0,0014 | 0,0005 | 0,60 |

Viscosidade da gema

Houve interação entre os fatores estudados. A viscosidade da gema foi influenciada pelo nível de 0,482% de lisina que apresentou comportamento quadrático ($c < 0$) em relação aos níveis de metionina estudados. O nível de 1,082% de lisina apresentou comportamento linear crescente em relação aos níveis de metionina na dieta. Os níveis de 0,682 e 0,882% de lisina não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$).

4.2.4.3 Potencial Hidrogeniônico – pH dos componentes albúmen e gema

pH do albúmen

Não houve interação entre os fatores estudados. O pH do albúmen não foi influenciado pelos níveis de metionina e lisina das dietas.

pH da gema

Houve interação entre os fatores estudados. O pH da gema foi influenciado pelo nível de 0,882% e 1,082% de lisina que apresentou comportamento linear decrescente em relação aos níveis de metionina estudados. O nível de 0,682% de lisina apresentou comportamento quadrático ($c > 0$) em relação aos níveis de metionina na dieta. O nível de 0,482% de lisina não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$).

As características sólidos totais do albúmen (SOLalb), sólidos totais da gema (SOLgem), viscosidade do albúmen (VISCalb), viscosidade da gema (VISCgem) e pH da gema (pHgem) apresentaram interação significativa entre os fatores estudados.

O SOLalb tiveram os níveis de 0,682 e 1,082% de lisina influenciados linear e decrescente e linear e crescente a medida que os níveis de metionina aumentaram nas dietas. Os SOLgem tiveram os níveis de 0,482 e 0,882% de lisina influenciados pelos níveis de metionina obtendo seus pontos de máxima em 0,346 e 0,426% de metionina nas dietas, respectivamente. O nível de 1,082% de lisina foi influenciado pelos níveis de metionina obtendo ponto de mínima em 0,324% de metionina na dieta.

A VISCalb teve os níveis de 0,482 e 0,882% de lisina influenciados pelos níveis de metionina, o primeiro obteve seu ponto de mínima em 0,335% de metionina na dieta, e o segundo nível foi influenciado linear e positivamente.

A VISCGem teve os níveis de 0,482 e 0,882% de lisina influenciados pelos níveis de metionina, o primeiro obteve seu ponto de máxima em 0,335% de metionina na dieta, e o segundo nível foi influenciado linear e crescente.

O pHgem teve os níveis de 0,682, 0,882 e 1,082% de lisina influenciados pelos níveis de metionina na dieta, sendo o ponto de mínima para o primeiro nível de 0,380% e os dois seguintes níveis comportaram-se de forma linear e positiva.

Os pontos de máxima ou mínima encontrados para os níveis de lisina em relação aos níveis de metionina ficaram próximos de 0,358%, indicando uma coerência e utilização prática em relação às características de análises laboratoriais (Tabela 29).

Segundo Shafer, Carey, Prochaska (1996) ao trabalharem com ingestão de metionina de 326 e 512mg/ave/dia observaram maior peso dos ovos, massa de ovos e sólidos totais para albúmen e gema, quando utilizado o nível mais alto do aminoácido. No entanto, em outro estudo, trabalhando com níveis de ingestão de metionina intermediários (328; 354; 392 e 423mg/ave/dia) em relação ao estudo anterior, não foi observada diferença para produção de ovos e peso dos ovos entre os níveis testados. Em relação aos sólidos totais e proteínas do albúmen e gema, os dois níveis de ingestão mais elevados proporcionaram melhores resultados.

Shafer, Carey, Prochaska, (1998) avaliando níveis altos de ingestão de metionina (413; 507 e 556mg/ave/dia). Não observaram diferença em relação aos sólidos da gema, no entanto, a porcentagem de proteína da gema aumentou com a utilização dos dois níveis mais altos de metionina na dieta.

De acordo com Kirunda, Scheideler e McKee (2001) a unidade Haugh e o pH dos componentes internos dos ovos estão diretamente relacionados com a qualidade e características funcionais quando esses ovos são processados e utilizados pela indústria de alimentos. Conforme o pH do albúmen aumenta, podem ocorrer algumas alterações como a diminuição da espessura deste componente. Um albúmen de pequena espessura é relacionado com baixa síntese protéica ou degradação da ovomucina. Conforme o tempo de

estocagem do ovo aumenta, o pH aumenta e o complexo ovomucina-carboidrato se desfaz resultando em um albúmen de pequena espessura, com grandes perdas em sua capacidade espumante e gelatinizante que é esperada pela indústria de alimentos. Conforme aumenta o pH da gema e do albúmen, diminui a qualidade do ovo. Um pH de albúmen alto interfere nos valores de unidade Haugh, conferindo ao ovo em questão, baixa qualidade principalmente se esse ovo for destinado ao processamento, uma vez que com pH mais alto o albúmen perde sua capacidade espumante e gelatinizante que é esperado pela indústria de alimentos.

Tabela 29 – Pontos de máxima e mínima para as equações de regressão do desdobramento da interação entre os fatores para as características proteína bruta, sólidos totais, viscosidade, potencial hidrogeniônico do albúmen e da gema em função dos níveis de metionina da dieta.

| Características | Equação de regressão | LIS (%) | R ² | Componentes da equação | | Ponto de máxima | Ponto de mínima |
|-------------------------------|---|---------|----------------|------------------------|---------|-----------------|-----------------|
| | | | | cx ² | bx | | |
| Sólidos totais do albúmen (%) | NS | 0,482 | - | | | - | - |
| | Y = - 1,2654x + 11,377 | 0,682 | 0,943 | | | - | - |
| | NS | 0,882 | - | | | - | - |
| Sólidos totais da gema (%) | Y = 2,1361x + 10,073 | 1,082 | 0,6459 | | | - | - |
| | Y = -52,1X ² +36,057X+45,287 | 0,482 | 0,9801 | -52,1 | 36,057 | 0,346 | - |
| | Y = 3,3882x + 49,634 | 0,682 | 0,9485 | | | - | - |
| | Y = -38,869X ² +33,097X+44,025 | 0,882 | 0,9905 | -38,869 | 33,097 | 0,426 | - |
| Viscosidade do albúmen (cP) | Y = 93,894X ² -60,771X+59,543 | 1,082 | 0,9807 | 93,894 | -60,771 | - | 0,324 |
| | Y = 19,247X ² -12,9X+3,8326 | 0,482 | 0,6077 | 19,247 | -12,9 | - | 0,335 |
| | NS | 0,682 | - | | | - | - |
| Viscosidade da gema (cP) | Y = 1,4611x + 1,5121 | 0,882 | 0,5036 | | | - | - |
| | NS | 1,082 | - | | | - | - |
| | Y = -1802,8X ² +1209,3X-67,571 | 0,482 | 0,4082 | -1802,8 | 1209,3 | 0,335 | - |
| | NS | 0,682 | - | | | - | - |
| pH da gema | NS | 0,882 | - | | | - | - |
| | Y = 96,953x + 65,159 | 1,082 | 0,7535 | 96,953 | 65,159 | - | - |
| | Y = 4,3143X ² -3,2774X+6,5745 | 0,482 | 0,7447 | 4,3143 | -32774 | - | 0,380 |
| | Y = - 0,344x + 6,0997 | 0,882 | 0,6352 | -0,344 | 6,0997 | - | - |
| | Y = - 0,3752x + 6,1169 | 1,082 | 0,9803 | -0,3752 | 6,1169 | - | - |

Existe uma correlação significativa ($p=0,0184$) e positiva ($r=0,3357$) entre as características pHALB e pHGEM, uma correlação significativa ($p=0,0028$) e negativa ($r=-0,4177$) entre as características pHALB e VISCGEM e uma correlação significativa ($p=0,0010$) e negativa ($r=-0,4574$) entre as características pHGEM e VISCGEM. Não existe qualquer correlação entre as outras características estudadas, portanto são consideradas variáveis independentes (Tabela 30).

Segundo Kirunda e McKee (2000) a migração de água do albúmen para a gema e a baixa síntese protéica são fatores que podem diminuir os valores de unidade Haugh. Somente este fato da migração da água entre os componentes do ovo pode levar a alterações de pH, viscosidade e porcentagem de sólidos.

De acordo com Kirunda, Scheideler e McKee (2001) conforme o pH do albúmen aumenta, podem ocorrer algumas alterações como a diminuição da espessura deste componente. Conforme aumenta o pH da gema e do albúmen, diminui a qualidade do ovo. Um pH de albúmen alto interfere nos valores de unidade Haugh, conferindo ao ovo em questão, baixa qualidade principalmente se esse ovo for destinado ao processamento, uma vez que com pH mais alto o albúmen perde sua capacidade espumante e gelatinizante que é esperado pela indústria de alimentos.

Tabela 30. Coeficientes de correlação entre as características pH do albúmen (pHALB), pH da gema (pHGEM), viscosidade do albúmen (VISALB), viscosidade da gema (VISGEM) e unidade Haugh (UH) referentes à ovos provenientes de poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina e metionina.

| | pHALB | pHGEM | VISALB | VISGEM | UH |
|--------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| pHALB | 1,00 | | | | |
| pHGEM | 0,335689 | 1,00 | | | |
| Probabilidade | 0,0184 | | | | |
| VISALB (cP) | -0,268626 | -0,030551 | 1,00 | | |
| Probabilidade | 0,0620 | 0,8349 | | | |
| VISGEM (cP) | -0,417709 | -0,457477 | -0,046734 | 1,00 | |
| Probabilidade | 0,0028 | 0,0010 | 0,7498 | | |
| UH | -0,071841 | -0,094008 | -0,168054 | -0,013663 | 1,00 |
| Probabilidade | 0,6238 | 0,5206 | 0,2484 | 0,9258 | |

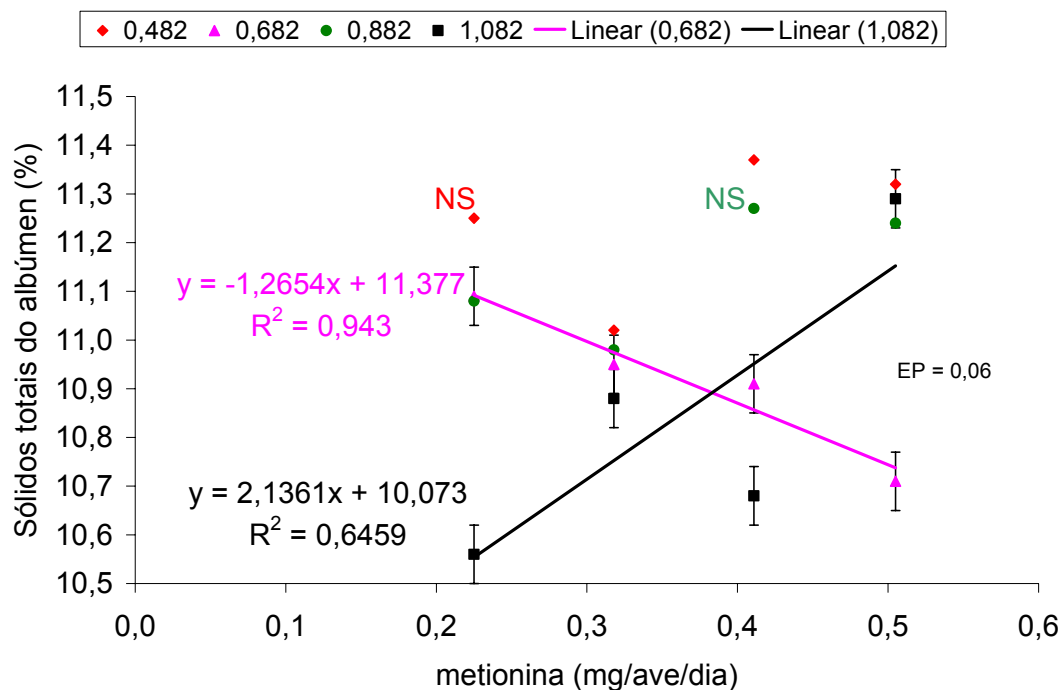


Figura 14 Desdobramento da interação entre lisina e metionina para a característica de sólidos totais do albúmen.

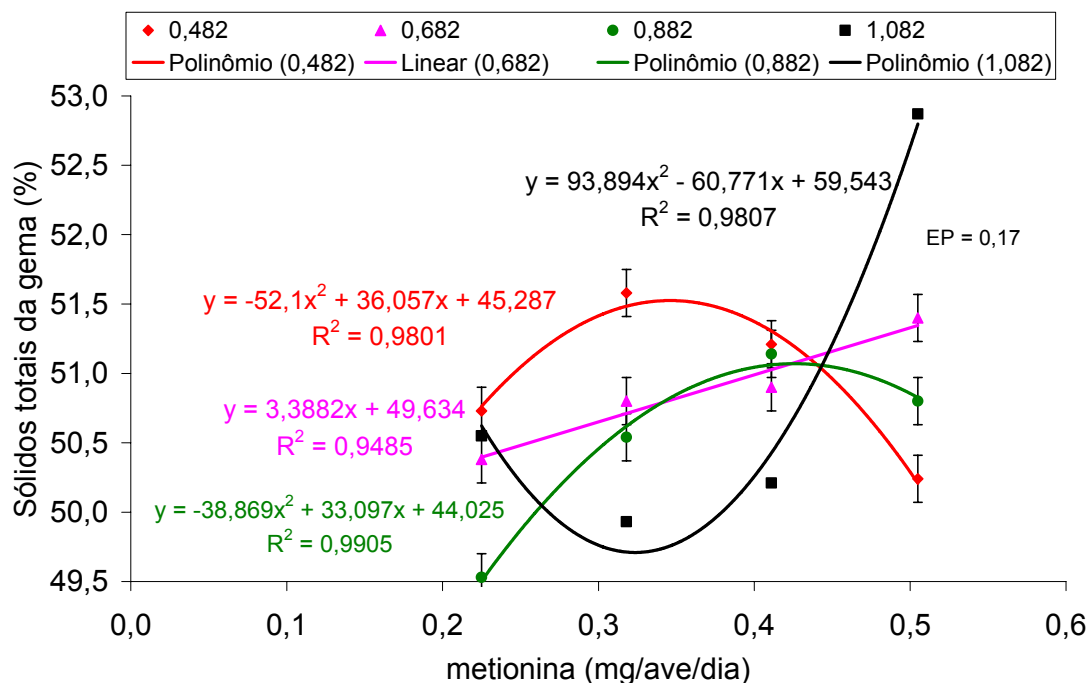


Figura 15 Desdobramento da interação entre lisina e metionina para a característica de sólidos totais da gema.

4.2.5 Propriedades funcionais

4.2.5.1 Propriedades funcionais do componente albúmen

As médias para as características de propriedades funcionais dos componentes albúmen e gema do experimento 2, estão apresentadas na Tabela 31.

4.2.5.1.1 Características avaliadas no “angel cake”

Não houve interação entre os fatores estudados. As características avaliadas não sofreram influência dos níveis de metionina e lisina estudados. Os valores de probabilidades obtidos foram maiores que 0,05.

4.2.5.2 Propriedades funcionais do componente gema

4.2.5.2.1 Características avaliadas no “sponge cake”

Não houve interação entre os fatores estudados. As características avaliadas não sofreram influência dos níveis de metionina e lisina estudados. Os valores de probabilidades obtidos foram maiores que 0,05.

Shafer, Carey, Prochaska, (1998) avaliando níveis altos de ingestão de metionina (413; 507 e 556mg/ave/dia) avaliaram as propriedades funcionais dos componentes de ovos utilizando a confecção de bolos, e observaram maior altura para “angel cake”, quando utilizado o nível mais alto de metionina. Não houve diferença para volume de “angel cake” e para altura e volume de “sponge cake”.

Tabela 31 – Médias dos tratamentos para as propriedades funcionais de bolos (angel e sponge cakes) confeccionados com ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina e lisina.

| Características | Médias dos tratamentos | | | | | | | | Análise estatística | | | CV (%) |
|--|------------------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|---------|--------|
| | Metionina (%) | | | | Lisina (%) | | | | Probabilidade (P valor) | | | |
| | 0,225 | 0,318 | 0,411 | 0,505 | 0,482 | 0,682 | 0,882 | 1,082 | MET | LIS | METxLIS | |
| Propriedades funcionais do albúmen (“angel cake”) | | | | | | | | | | | | |
| Altura (cm) | 2,23 | 2,12 | 2,15 | 2,22 | 2,16 | 2,28 | 2,14 | 2,15 | 0,558 | 0,412 | 0,218 | 9,97 |
| Volume (cm ³) | 258,0 | 245,5 | 249,2 | 257,2 | 249,4 | 263,3 | 248,1 | 249,2 | 0,558 | 0,412 | 0,218 | 9,97 |
| Rendimento (%) | 82,5 | 82,7 | 82,3 | 82,1 | 81,6 | 83,6 | 81,6 | 82,7 | 0,948 | 0,274 | 0,632 | 3,45 |
| Propriedades funcionais da gema (“sponge cake”) | | | | | | | | | | | | |
| Altura (cm) | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 2,3 | 2,4 | 2,3 | 0,101 | 0,359 | 0,878 | 9,68 |
| Volume (cm ³) | 297,4 | 288,5 | 275,8 | 262,6 | 288,5 | 279,3 | 286,0 | 270,5 | 0,077 | 0,556 | 0,893 | 11,9 |
| Rendimento (%) | 90,3 | 89,5 | 89,7 | 89,6 | 89,7 | 90,2 | 90,1 | 89,2 | 0,689 | 0,494 | 0,889 | 2,07 |

5 CONCLUSÕES

O consumo de PB, porcentagem de albúmen, peso dos ovos e massa de ovos de poedeiras respondem positiva e linearmente aos níveis de PB na dieta,

A qualidade interna dos ovos é influenciada negativamente pelo tempo de armazenamento e temperatura do ambiente, independente dos níveis dietários de PB, MET e LIS,

A ingestão e excreção de nitrogênio pelas poedeiras são correspondentes aos níveis dietários de PB,

O nível médio de 15,33% de PB na dieta das poedeiras proporciona valores máximos para as concentrações de PB, sólidos totais, viscosidade e pH dos componentes albúmen e gema,

Níveis médios de 0,450% de MET e 0,870% de LIS na dieta de poedeiras proporcionam valores máximos para as características consumo de ração, consumo de metionina, consumo de energia, produção, peso e massa de ovos,

Níveis extremos de MET e LIS na dieta de poedeiras não influenciam as características que expressam a qualidade interna e externa dos ovos nem as propriedades funcionais do albúmen e da gema,

Existe correlação significativa e positiva entre as características pH do albúmen e pH da gema e correlações significativas e negativas entre as características pH do albúmen e viscosidade da gema e entre pH da gema e viscosidade da gema.

6 REFERÊNCIAS

AHN, D. U.; KIM, M. S. SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, v.76, p.914-919, 1997.

AMERICAN EGG BOARD WEB SITE (www.aeb.org)

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRIES INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16th ed. Arlington, 1995.

AVICULTURA INDUSTRIAL WEB SITE (www.aviculturaindustrial.com.br), edição 1104/2002.

BAN, T. Estratégias nutricionais para atender a demanda por ovos de qualidade. In: V Simpósio goiano de Avicultura, Goiânia, 2002, p.131-139.

BARBOSA, B. A. C.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, O. S.; et al. Exigência nutricional de metionina+cistina para galinhas poedeiras de ovos brancos e ovos marrons, no segundo ciclo de produção. 1. Características produtivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.526-533, 1999a.

BARBOSA, B. A. C.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, O. S.; et al. Exigências nutricional de lisina para galinhas poedeiras de ovos brancos e ovos marrons, no segundo ciclo de produção. 2. Características produtivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.534-541, 1999b.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food technology**, v.32, p.62-72, 1978.

BRASIL. Resolução n. 005 de 09 de novembro de 1991. Dispões sobre a classificação dos ovos para uso comercial e industrial segundo seu peso. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília DF. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>>.

EURIBRID technical information on Hisex White layers. [S.L.:s.n.], [200?].

FARIA, D. E.; JUNQUEIRA, O. M.; SOUZA, P. A.; et al. Desempenho, temperatura corporal e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com D e C em três temperaturas ambiente. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, p. 49-56, 2001.

FARIA, D. E.; FARIA FILHO, D. E.; RIZZO, M. F. 2002. Interação nutrição e qualidade de ovos para processamento industrial. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos e tecnologia da produção de rações. Campinas. Anais...Campinas: CBNA, 2002, p.191-216.

FERNANDES, E.A.; GUARATO, E.L.; MURAKAMI, A.E. Efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos para consumo. Informe agropecuário Belo Horizontev. 9, p. 107, novembro 1983.

FLETCHER, D. L.; BRITTON, W. M.; RAHN, A. P.; et al. The influence of layer flock age on egg component yields and solids content. **Poultry Science**, v.60, p.983-987, 1981.

HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. Optimizing egg mass with amino acid supplementation of a low-protein diet. **Poultry Science**, v.72, p.1892 – 1896, 1993.

HUSSEIN, S. M.; HARMS, R. H.; JANKY, D. M. Effect of age on the yolk to albumen ratio in chicken eggs. **Poultry Science**, v.72, p.594-597, 1993.

JENN-CHUNG, H.; CHUNG-YI, L.; PETER, W. S. C. Effects of ambient temperature and methionine supplementation of a low protein diet on the performance of laying hens. **Animal Feed Science and Technology**. v.74, p.289-299, 1998.

JENSEN, L. S.; CHANG, C. H.; FALEN, L. Response to lysine supplementation by laying hens fed practical diets. **Poultry Science**, v.53, p.1387-1391, 1974.

KESHAVARZ, K. Effects of reducing dietary protein, methionine, choline, folic acid and vitamin B₁₂ during the late stages of the egg production cycle on performance and eggshell quality. **Poultry Science**, v.82, p.1407-1414, 2003.

KESHAVARZ, K.; AUSTIC, R.E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid and phytase supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v.83, p.75-83, 2004.

KESHARVAZ, K.; JACKSON M.E. Performance of growing pullets and laying hens fed low-protein, amino acid-supplemented diets. **Poultry Science** v.71, p. 905-918, 1992.

KIRUNDA, D.F.K.; MCKEE, S.R. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. **Poultry Science**, v.79, p.1189-1193, 2000.

KIRUNDA, D.F.K.; SCHEIDELER, S.E.; MCKEE, S.R. The effect of vitamin (DL- α -tocopheril acetate) supplementation in hen to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. **Poultry Science**, v.80, p.1378-1383, 2001.

KOELKEBECK, K. W.; BAKER, D. H.; HAN, Y. et al. Effect of excess lysine methionine, threonine or tryptophan on production performance of laying hens. **Poultry Science**, v.70, p.1651-1653, 1991.

MELUZZI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; FRANCHINI, A. Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. *Br. Poultry Science*, v.42, p. 213-217, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirement of Poultry**. 9 ed. Washington: National academy press. 1994. 155p.

NESHEIM, M. C.; AUSTIC, R. E.; CARD, L. E. Poultry production. 12th ed. Philadelphia (USA): Lea & Febiger, 399p., 1979.

NOVAK, C.; YAKULT, H.; SCHEIDELER, S. The combined effects of dietary 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.

PROCHASKA, J. F.; CAREY, J. B.; SHAFER, D. J. The effect of L-lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**, v.75, p.1268-1277, 1996.

SAS/STAT user's guide. 4th ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989. v.2. Version 6.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141p.

SCOTT, T. A. & SILVERSIDES, F. G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, v.79, p.1725-1729, 2000.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 1998.

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, p.1240-1245, 2001.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, p.1240-1245, 2001.

SHAFER, D. J.; CAREY, J. B.; PROCHASKA, J. F.; et al. Dietary methionine effects on egg component yield, composition, functionality and texture profile analysis. **Poultry Science**, v.7, p.1056-1062, 1998.

SHAFER, D. J.; CAREY, J. B.; PROCHASKA, J. F. Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition. **Poultry Science**, v.75, p.1080-1085, 1996.

SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; ROLAND, Sr. D. A. Influence of supplemental lysine, isoleucina, threonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy-Line W-36 hens. **Poultry Science**, v.81, p.1038-1044, 2002.

STURKIE, P. D.; 1986. Avian Physiology. Springer- Verlag, New York, Inc., NY.

SUK, Y. O. & PARK, C. Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. **Poultry Science**, v.80, p.855-858, 2001.

SUMMERS, J. D. Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets. **Poultry Science**, v.72, p.1473-1478, 1993.

THARRINGTON, J. B.; CURTIS, P. A.; JONES, F. T. et. al. Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens. **Poultry Science**, v.78, p.591-594, 1999.

TOGASHI, C. K.; FONSECA, J.B.; SOARES, T. R. N.; et al. Determinação de níveis de metionina+cistina para poedeiras semipesadas alimentadas com ração contendo levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1426-1433, 2002.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Zootecnia e Engenharia e Alimentos. Seção Técnica de Biblioteca. **Diretrizes para elaboração de dissertações e teses na FZEA-USP**. Pirassununga: Seção Técnica de Biblioteca, 2004.

VARADARAJULU, P. & CUNNINGHAM, F.E. A study of selected characteristics of hens' egg yolk. 1- Influence of albumen and selected additives. **Poultry Science**, v.51, 542-546, 1972.

WOODWARD, S.A.; e COTTERILL, O. J. Texture profile analysis, expressed serum, and microstructure of heat formed egg yolk gels. *Journal Food Science*, v.52, p.68-74, 1987.

Anexo A – Médias elaboradas na classificação dos ovos no Experimento 1.

| TRAT | REP | grande3 | extra3 | jumbo3 | grande 6 | extra 6 | jumbo 6 |
|------|-----|---------|--------|--------|----------|---------|---------|
| 1,0 | 1 | 33,3 | 33,3 | 33,3 | 33,3 | 33,3 | 33,3 |
| 1,0 | 2 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |
| 1,0 | 3 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 50,0 | 50,0 | 0,0 |
| 1,0 | 4 | 33,3 | 66,7 | 0,0 | 25,0 | 75,0 | 0,0 |
| 1,0 | 5 | 0,0 | 75,0 | 25,0 | 33,3 | 33,3 | 33,3 |
| 2,0 | 1 | 0,0 | 75,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 50,0 |
| 2,0 | 2 | 40,0 | 40,0 | 20,0 | 25,0 | 0,0 | 75,0 |
| 2,0 | 3 | 50,0 | 25,0 | 25,0 | 0,0 | 75,0 | 25,0 |
| 2,0 | 4 | 33,3 | 33,3 | 33,3 | 25,0 | 0,0 | 75,0 |
| 2,0 | 5 | 75,0 | 0,0 | 25,0 | 50,0 | 25,0 | 25,0 |
| 3,0 | 1 | 0,0 | 50,0 | 50,0 | 25,0 | 25,0 | 50,0 |
| 3,0 | 2 | 25,0 | 50,0 | 25,0 | 0,0 | 33,3 | 66,7 |
| 3,0 | 3 | 20,0 | 80,0 | 0,0 | 20,0 | 40,0 | 40,0 |
| 3,0 | 4 | 25,0 | 50,0 | 25,0 | 0,0 | 50,0 | 50,0 |
| 3,0 | 5 | 0,0 | 75,0 | 25,0 | 0,0 | 33,3 | 66,7 |
| 4,0 | 1 | 33,3 | 66,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4,0 | 2 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 25,0 | 0,0 | 75,0 |
| 4,0 | 3 | 33,3 | 0,0 | 66,7 | 25,0 | 75,0 | 0,0 |
| 4,0 | 4 | 50,0 | 0,0 | 50,0 | 33,3 | 33,3 | 33,3 |
| 4,0 | 5 | 25,0 | 50,0 | 25,0 | 0,0 | 40,0 | 60,0 |
| 5,0 | 1 | 25,0 | 25,0 | 50,0 | 0,0 | 25,0 | 75,0 |
| 5,0 | 2 | 0,0 | 50,0 | 50,0 | 0,0 | 33,3 | 66,7 |
| 5,0 | 3 | 0,0 | 40,0 | 60,0 | 0,0 | 75,0 | 25,0 |
| 5,0 | 4 | 20,0 | 60,0 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 5,0 | 5 | 33,3 | 66,7 | 0,0 | 0,0 | 66,7 | 33,3 |
| 6,0 | 1 | 0,0 | 25,0 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 6,0 | 2 | 25,0 | 0,0 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 6,0 | 3 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 25,0 | 25,0 | 50,0 |
| 6,0 | 4 | 50,0 | 0,0 | 50,0 | 25,0 | 50,0 | 25,0 |
| 6,0 | 5 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 50,0 | 50,0 |
| 7,0 | 1 | 33,3 | 33,3 | 33,3 | 0,0 | 25,0 | 75,0 |
| 7,0 | 2 | 0,0 | 25,0 | 75,0 | 0,0 | 33,3 | 66,7 |
| 7,0 | 3 | 0,0 | 25,0 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 7,0 | 4 | 25,0 | 25,0 | 50,0 | 0,0 | 20,0 | 80,0 |
| 7,0 | 5 | 0,0 | 25,0 | 75,0 | 0,0 | 25,0 | 75,0 |
| 8,0 | 1 | 50,0 | 0,0 | 50,0 | 50,0 | 0,0 | 50,0 |
| 8,0 | 2 | 0,0 | 33,3 | 66,7 | 0,0 | 20,0 | 80,0 |
| 8,0 | 3 | 25,0 | 50,0 | 25,0 | 0,0 | 66,7 | 33,3 |
| 8,0 | 4 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 66,7 | 33,3 |
| 8,0 | 5 | 0,0 | 50,0 | 50,0 | 0,0 | 50,0 | 50,0 |