BRUNA HELENA CARVALHO PACHECO

Lisina digestível e Zinco quelato:
produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras

Pirassununga

2008

BRUNA HELENA CARVALHO PACHECO

Lisina digestível e Zinco quelato:

produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto

Pirassununga

2008

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2074
FMVZ

Pacheco, Bruna Helena Carvalho

Lisina digestível e Zinco quelato: produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras / Bruna Helena Carvalho Pacheco. – Pirassununga : B. H. C. Pacheco, 2008.
117 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2008.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.
Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto.

1. Aminoácido Industrial. 2. Desempenho. 3. Isa Brown. 4. Mineral.
5. Requerimento. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Lisina digestível e zinco quelato: produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras", protocolado sob o nº1251/2007, utilizando 720 (setecentos e vinte) galinhas, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião da referida Comissão do dia 12 de dezembro de 2007.

We certify that the Research "Digestible lysine and zinc chelate: production and quality of laying hen eggs", protocol number 1251/2007, utilizing 720 (seven hundred twenty) chickens, under the responsibility Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 12/12/2007.

São Paulo, 14 de dezembro de 2007

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: PACHECO, Bruna Helena Carvalho

Título: Lisina digestível e Zinco quelato: produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Ao meu filho Eduardo e a toda minha família.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Nutrição e Produção Animal por oferecer o Curso de Pós-Graduação em Nutrição Animal;

Ao Professor Messias Alves da Trindade Neto, meu orientador nos trabalhos, responsável pelo meu aprimoramento científico e crescimento profissional;

Aos Professores do VNP, pelos valiosos conhecimentos transmitidos, e em especial ao Professor Ricardo de Albuquerque que me conduziu nos procedimentos necessários a obtenção de resultados e sobretudo pela amizade e companheirismo;

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa;

Ao Instituto de Zootecnia de Nova Odessa - SP, em especial, a Dr^a Eliana Aparecida Schammas e a D. Olinda Aparecida de Oliveira Costa, pelo valioso auxílio prestado;

Aos funcionários do VNP, do Aviário e da Fábrica de Rações, que contribuíram de alguma forma;

Aos responsáveis pelo Laboratório de Morfofisiologia Molecular e Desenvolvimento pertencente ao Departamento de Ciências Básicas da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, por disponibilizar os equipamentos necessários à morfometria intestinal;

As empresas: Ajinomoto, pela análise de aminoácidos e a Tortuga, pelo fornecimento dos suplementos vitamínico-minerais utilizados;

Aos colegas do curso de Pós – Graduação que me apoiaram;

Ao meu filho Eduardo, que um dia terá a compreensão de minha ausência nos seus primeiros anos de vida;

Aos meus pais Silvana e Amadeu pelo incentivo e apoio em toda a minha trajetória;

Aos meus irmãos Diogo e Camila, pelo carinho, companheirismo e compreensão;

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento e reconhecimento.

“Todo projeto de vida que não for feito
com amor, compreensão e razão,
não deve então ser seguido.”

ALBERT EINSTEIN

RESUMO

PACHECO, B. H. C. **Lisina digestível e Zinco quelato**: produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras. [Digestible Lysine and Zinc Chelate: Production and Quality of Laying Hen Eggs.]. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

A otimização do metabolismo e a maximização do desempenho das aves dependem de adequada nutrição. Dentre os nutrientes essenciais a essa nutrição estão o aminoácido lisina e zinco, objetos desta avaliação, sobre a produção, qualidade, composição dos ovos e morfologia intestinal. Setecentos e vinte poedeiras foram submetidas em dois períodos de avaliação. Cada período correspondeu a 12 semanas, sendo a Fase-I de 24 a 36 e a Fase-II de 48 a 60 semanas de idade. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, dispostos em esquema fatorial (5 x 3) aplicados em seis repetições e a unidade experimental foi composta de oito aves/parcela. Os níveis de lisina digestível foram: 0,482; 0,527; 0,582; 0,644 e 0,732% e de zinco: 137, 309 e 655 ppm na forma de quelato. Na Fase-I, houve interação de lisina digestível e zinco nas variáveis: consumo de ração médio diário, conversão alimentar, porcentagem de postura e na massa de ovo. Na Fase-II a interação foi evidenciada no consumo de ração médio diário, peso da casca, composição química e taxas de deposição protéica, lipídica e mineral do ovo. Na maior concentração dietética de zinco o acréscimo de lisina digestível coincidiu com aumento linear no peso da casca. Por outro lado, o acréscimo de zinco independentemente do nível de lisina na dieta, culminou com a redução do peso do ovo e da porcentagem da matéria mineral na gema limitando a eficiência de deposição mineral nessa fração do ovo. Resultado inverso ocorreu no albúmen, quando houve aumento na porcentagem de matéria mineral. Em ambas as fases, a menor concentração de zinco (173ppm) atendeu as necessidades de produção e qualidade das aves. O valor médio estimado de lisina digestível foi de $0,662\% \pm 0,03$ para a Fase-I e de $0,609 \pm 0,004$ para a Fase-II.

Palavras-chave: Aminoácido Industrial. Desempenho. Isa Brown. Mineral. Requerimento.

ABSTRACT

PACHECO, B. H. C. **Digestible Lysine and Zinc Chelate: Production and Quality of Laying Hen Eggs.** [Lisina digestível e Zinco quelato: Produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras]. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

The optimization of the metabolism and poultry performance maximization depend of adequate nutrition. Among the essential nutrients there are lysine and zinc, subjects this evaluation, on egg production, quality, composition and intestinal morphology. Seven hundred and twenty laying were submitted into two study periods. Each period corresponded to 12 weeks, being 24 to 36 Phase I and 48 to 60 weeks of age Phase II. The treatments were allotted to a completely randomly, disposed randomized design under factorial scheme (5 x 3) with six replications and eight bird per experimental unit. The lysine levels were: 0.482; 0.527; 0.582; 0.644 e 0.732% and zinc: 173, 309 and 655 ppm in chelate form. At Phase I, there was interaction of digestible lysine and zinc in variables: average feed intake, feed: gain, laying percentage and egg mass. At Phase II the interaction was evidenced at the average feed intake, shell weight, chemical composition, proteic, lipidic and mineral deposition rates egg. In the higher dietetic zinc concentration the digestible lysine accretion coincide with linear increase in shell weight. On the other hand, the zinc increase, of independently from diet lysine level, coincide with egg weight and yolk mineral percentage decrease, however limiting the mineral accretion efficiency in this egg fraction. In both Phases, the smallest zinc concentration (173ppm) attended the poultry production and quality needs. The estimate value of digestible lysine was $0.662\% \pm 0.03$ for Phase I and $0.609\% \pm 0.004$ for Phase II.

Key-words: Industrial Amino Acid. Isa Brown. Mineral. Performance. Requirement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Altura de vilo e profundidade de cripta	41
Figura 2 -	Consumo de Ração Médio Diário no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta.....	45
Figura 3 -	Conversão Alimentar (kg/dz) no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	48
Figura 4 -	Conversão Alimentar (kg/kg) no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	51
Figura 5 -	Porcentagem de postura no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	54
Figura 6 -	Massa de ovos no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	57
Figura 7 -	Consumo de ração no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	61
Figura 8 -	Conversão Alimentar (kg/dz) no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	64
Figura 9 -	Número de ovos semanal no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	68
Figura 10 -	Peso dos ovos no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	69
Figura 11 -	Porcentagem de postura no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	71
Figura 12 -	Peso do ovo controle no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	75
Figura 13 -	Peso da casca do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	76
Figura 14 -	Altura de albúmen do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	78
Figura 15 -	Peso de albúmen do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	78
Figura 16 -	Peso da gema do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	81

Figura 17 -	Porcentagem de Casca (%) do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta.....	84
Figura 18 -	Unidade Haugh do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta	86
Figura 19 -	Altura de vilo e profundidade de cripta no íleo de galinha poedeira com 60 semanas de idade, recebendo as concentrações de 137, 309 e 665 ppm de zinco na dieta	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição centesimal das dietas experimentais nas fases entre 24 a 36 e 48 a 60 semanas de idade das galinhas poedeiras, conforme o nível de lisina.	35
Tabela 2 -	Consumo ração médio diário (CRMD em gramas) no período entre 24 a 36 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	44
Tabela 3 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, no consumo de ração médio diário (CRMD) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade.....	45
Tabela 4 -	Conversão Alimentar (CA - kg/dz) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	47
Tabela 5 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na conversão alimentar (CA - kg/dz) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade.....	48
Tabela 6 -	Conversão Alimentar (CA - kg/kg) no período entre 24 a 36 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	50
Tabela 7 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível na conversão alimentar (CA- kg/kg) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade	51
Tabela 8 -	Porcentagem de postura (%P) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	53
Tabela 9 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, na porcentagem (%) de postura no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade	54
Tabela 10 -	Massa de Ovo em kg (MO - kg) no período entre 24 a 36 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	56
Tabela 11 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na massa de ovos (MO - kg) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade	57
Tabela 12 -	Consumo de ração (CR em gramas) no período entre 48 a 60 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	60
Tabela 13 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, no consumo de ração (CR) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade	61
Tabela 14 -	Conversão alimentar (CA- kg /dz) no período entre 48 a 60 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	63
Tabela 15 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na conversão alimentar (CA – kg/dz) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade.....	64
Tabela 16 -	Produção de ovos semanal (Nº ovos) e Peso médio dos ovos (P.ovos) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	67
Tabela 17 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na produção de ovos e no peso médio dos no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade.....	68
Tabela 18 -	Porcentagem de postura (%P) no período entre 48 a 60 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	70
Tabela 19 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na porcentagem de postura (%P) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade.....	71

Tabela 20 -	Peso do ovo controle (PO) e da casca (PC) do ovo no período entre 48 a 60 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta.....	74
Tabela 21 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, no peso do ovo controle (PO) e da casca (PC) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade.	75
Tabela 22 -	Altura (AA-mm) e peso de albúmen (PA-g) do ovo no período entre 48 a 60 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	77
Tabela 23 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, na altura de albúmen do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade.	78
Tabela 24 -	Peso da gema em gramas (PG-g) do ovo no período entre 48 a 60 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta.....	80
Tabela 25 -	Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, no peso da gema de galinhas poedeiras no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade.....	81
Tabela 26 -	Porcentagem (%) de casca do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta.	83
Tabela 27 -	Unidade Haugh (UH) do ovo no período entre 48 a 60 semanas(s.) de idade, conforme os níveis de zinco e lisina digestível na dieta	85
Tabela 28 -	Peso do ovo, da gema, do albúmen e do ovo reconstituído em função dos níveis de zinco e lisina na dieta.	87
Tabela 29 -	Equação de regressão da Tabela 28.....	87
Tabela 30 -	Matéria seca e água do albúmen e da gema em função dos níveis de zinco e lisina na dieta.	89
Tabela 31 -	Equação de regressão da Tabela 30.....	90
Tabela 32 -	Porcentagem de extrato etéreo, da proteína bruta e da matéria mineral do albúmen e da gema na matéria liofilizada em função dos níveis de zinco e lisina na dieta.	92
Tabela 33 -	Equação de regressão da Tabela 32.....	93
Tabela 34 -	Composição protéica e lipídica das frações albúmen, gema e total, na matéria natural em função dos níveis de zinco e lisina na dieta.....	95
Tabela 35 -	Equação de regressão da Tabela 34.....	96
Tabela 36 -	Composição mineral do albúmen e gema na matéria natural em função dos níveis de zinco e lisina na dieta.....	98
Tabela 37 -	Equação de regressão da Tabela 36.....	99
Tabela 38 -	Composição do ovo na matéria natural em função dos níveis de zinco e lisina na dieta.	100
Tabela 39 -	Equação de regressão da Tabela 38.....	100
Tabela 40 -	Recomposição química do ovo e composição na matéria seca sem extrato etéreo em função dos níveis de zinco e lisina na dieta.	102
Tabela 41 -	Equação de regressão da Tabela 40.....	102
Tabela 42 -	Relação entre componentes químicos do ovo em função dos níveis de zinco e lisina na dieta..	104
Tabela 43 -	Equação de regressão da Tabela 42.....	104
Tabela 44 -	Deposição dos componentes químicos, de água e de matéria mineral nas frações gema, albúmen e total do ovo em função dos níveis de zinco e lisina na dieta.	107
Tabela 45 -	Equação de regressão da Tabela 44.....	108

Tabela 46 -	Morfologia intestinal: Altura de vilo e Profundidade de cripta nos três segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) em função das diferentes concentrações de zinco na dieta.....	109
-------------	---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	água
AA	altura do albúmen
AG	água da gema
AO	água no ovo
AOAC	Associação de Analistas Químicos Oficiais
APBEEMM	água + proteína bruta + extrato etéreo + matéria mineral
ASEE	água sem extrato etéreo
CA	Conversão Alimentar
cm	centímetro
CR	Consumo de Ração
CRMD	Consumo de Ração Médio Diário
CV	Coeficiente de Variação
DAA	deposição de água no albúmen
DAG	deposição de água na gema
DAT	deposição de água total
DMMA	deposição da matéria mineral no albúmen
DMMG	deposição da matéria mineral na gema
DMMT	deposição da matéria mineral total
DTO	deposição total no ovo
dz	dúzia
EDTA	ácido etilenodiaminotetraacético
EE	extrato etéreo
EEA	extrato etéreo do albúmen
EEG	extrato etéreo da gema
EEO	extrato etéreo no ovo
EET	extrato etéreo total
g	grama
GE	gravidade específica
kcal	kilocaloria
kg	kilograma
Lis	lisina

met+cist	metionina + cistina
mg	miligrama
Min	mineral
mm	milímetro
MM	matéria mineral
MMA	matéria mineral do albúmen
MMG	matéria mineral da gema
MMT	matéria mineral total
MMMSSEE	matéria mineral na matéria seca sem extrato etéreo
MMO	matéria mineral no ovo
MO	massa de ovo
MSA	matéria seca do albúmen
MSG	matéria seca da gema
N.ovos	número de ovos
NRC	National Research Council
ns	efeito não significativo
P	Probabilidade
PA	peso de albúmen
PB	proteína bruta
PBA	proteína bruta do albúmen
PBG	proteína bruta da gema
PBMSSEE	proteína bruta na matéria seca sem extrato etéreo
PBO	proteína bruta no ovo
PBT	proteína bruta total
PC	peso da casca
PG	peso da gema
PO	peso do ovo
POR	peso do ovo reconstituído
P.ovos	peso dos ovos
ppm	partes por milhão
PB	proteína bruta
%P	porcentagem de postura
R ²	coeficiente de determinação
SAS	Statistical Analysis System

s.	semanas
UH	Unidade Haugh
UI	Unidade Internacional
Vit	vitamínico
Zn	zinco

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
µg	micrograma
°C	graus Celsius
µm	micrômetro
=	igual
<	menor
±	mais ou menos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
2	REVISÃO DA LITERATURA	26
2.1	AMINOÁCIDOS.....	26
2.1.1	LISINA	27
2.1.2	Níveis de lisina na produção e qualidade dos ovos	28
2.2	MINERAIS	29
2.2.1	Zinco - Zn	30
2.2.2	Zinco quelato	30
2.2.3	Morfologia intestinal das galinhas poedeiras	31
3	OBJETIVOS	33
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1	LOCAL E PERÍODOS EXPERIMENTAIS	34
4.2	ANIMAIS, INSTALAÇÕES E DIETAS EXPERIMENTAIS	34
4.3	DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E TRATAMENTOS	36
4.4	CONTROLES EXPERIMENTAIS.....	37
4.5	VARIÁVEIS ANALISADAS	37
4.5.1	Características quantitativas	37
4.5.1.1	Consumo de Ração Médio Diário	37
4.5.1.2	Conversão Alimentar.....	37
4.5.1.3	Produção de Ovos.....	38
4.5.1.4	Peso Médio dos Ovos	38
4.5.1.5	Massa de Ovos por ave/dia.....	38
4.5.2	Características qualitativas do ovo	38
4.5.2.1	Peso de Gema e Albúmen.....	38

4.5.2.2 Porcentagem de Casca	39
4.5.2.3 Gravidade Específica (GE)	39
4.5.2.4 Unidade Haugh (UH).....	39
4.5.3 Composição química do ovo	40
4.5.4 Morfologia intestinal das aves	40
4.5.4.1 Altura de Vilosidade e Profundidade de Cripta	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 FASE I	42
5.1.1 Consumo de Ração Médio Diário	42
5.1.2 Conversão Alimentar (kg/dz)	46
5.1.3 Conversão Alimentar (kg de ração/kg de ovo).....	49
5.1.4 Porcentagem de postura.....	51
5.1.5 Massa de ovo	55
5.2 FASE II.....	58
5.2.1 Consumo de Ração	58
5.2.2 Conversão Alimentar (kg/dz)	61
5.2.3 Produção de ovos.....	64
5.2.4 Peso médio dos ovos	65
5.2.5 Porcentagem de postura.....	69
5.3 QUALIDADE DO OVO	71
5.3.1 Peso do ovo.....	72
5.3.2 Peso da Casca	73
5.3.3 Altura de albúmen e Peso de albúmen.....	76
5.3.4 Peso da Gema	79
5.3.5 Porcentagem de casca.....	81

5.3.6	Gravidade específica	82
5.3.7	Unidade Haugh.....	84
5.4	COMPOSIÇÃO DO OVO	86
5.4.1	Peso do ovo, peso da gema, peso de albúmen.....	86
5.4.2	Mátéria seca das frações do ovo	88
5.4.2.1	Albúmen	88
5.4.2.2	Gema	88
5.4.3	Extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral da fração albúmen liofilizada.....	90
5.4.4	Extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral da fração gema liofilizada.....	90
5.4.5	Composição protéica do ovo na matéria natural	93
5.4.6	Composição lipídica do ovo na matéria natural	94
5.4.7	Composição mineral do ovo na matéria natural	96
5.4.8	Peso e composição do ovo na matéria natural.....	99
5.4.9	Recomposição química do ovo na matéria seca sem extrato etéreo.....	101
5.4.10	Relação entre componentes químicos do ovo.....	103
5.4.11	Deposição dos componentes químicos nas frações gema, albúmen e total do ovo...	105
5.4.12	Deposição de água na gema, no albúmen e total.....	105
5.4.13	Deposição de matéria mineral na gema, no albúmen e total do ovo	105
5.5	MORFOLOGIA INTESTINAL	109
6	CONCLUSÕES.....	110
	REFERÊNCIAS	111

1 INTRODUÇÃO

O sucesso da atividade avícola depende do equilíbrio entre produtividade e qualidade e isso insere o Brasil no cenário avícola mundial como uma grande potência (BRANDALIZE, 2001 e ALVARENGA et al., 2004). Os avanços obtidos na produtividade das poedeiras comerciais, datam de 1910, quando se obtinham 80 ovos por galinha/ano aos atuais 330 ovos por ano (GARCIA; MOLINO, 2008). Segundo os autores dentre os fatores que mais contribuíram para essa transformação, destacam-se genética, nutrição, ambiência e sanidade. Salienta-se que à medida que as aves se tornam mais produtivas, também aumentam suas exigências nutricionais, de bem estar e sanitárias.

A otimização do metabolismo e a maximização do desempenho das aves dependem da nutrição adequada, de modo que as funções orgânicas de manutenção e produção se mantenham em condições normais. Parte desses nutrientes, no entanto, não pode ser sintetizada ou é sintetizada em quantidade insuficiente para o perfeito funcionamento metabólico das aves; e dentre os nutrientes essenciais, estão alguns aminoácidos e minerais (RUTZ et al., 2005).

O excesso de proteína na ração eleva o seu custo, a excreção de nitrogênio e aumenta a poluição ambiental, especialmente em regiões com grande número de granjas. A simples redução no nível de proteína da ração, sem a devida suplementação dos aminoácidos essenciais, por outro lado, induz a redução no consumo de ração e na produção de ovos, além de alterar o comportamento social das aves, resultando em canibalismo (PEGANOVA; EDER, 2003).

Segundo Leeson e Summers (2001), os fatores nutricionais mais importantes, conhecidos por afetar o tamanho do ovo, são as proteínas e a adequação em aminoácidos na ração, além do ácido linoléico. De acordo com esses autores, cerca de 50% da matéria seca do ovo é proteína e o suprimento de aminoácidos para essa síntese pode ser um fator crítico na produção de ovos. A economia da suplementação de aminoácido na ração de poedeiras comercial para manipular o tamanho do ovo, dependerá do tamanho do ovo e seu preço, conforme a classificação, bem como o custo dos aminoácidos (SOHAIL et al., 2002).

As recomendações do nível protéico das rações de poedeiras baseiam-se, principalmente, nas respostas de desempenho que se associa ao consumo de ração, conversão alimentar, produção e qualidade de ovos (VALÉRIO, 2000). A literatura não

mostra dados precisos nos níveis de aminoácidos, provavelmente devido à variação da ingestão diária e da digestibilidade dos aminoácidos contidos nos ingredientes da dieta (MARTINEZ et al.,2005). Os autores sugerem o uso dos aminoácidos na forma digestível para as necessidades diárias, pois são menos dispersos em comparação com os aminoácidos totais, indicando uma estimativa com maior precisão.

A presente proposta deteve-se na avaliação de níveis de lisina digestível e zinco na dieta de poedeiras da linhagem Isa Brown.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

O material de revisão foi dividido em tópicos para melhor compreensão dos assuntos abordados no trabalho e estão descritos a seguir.

2.1 AMINOÁCIDOS

O conhecimento das exigências protéicas para poedeiras em fase de produção é de fundamental importância, uma vez que a produção e o tamanho dos ovos são dependentes da ingestão de proteínas e, especificamente, dos aminoácidos (SAKOMURA et al., 2002; GARCIA; MAZZALI, 2003).

Estudos sobre a redução dos níveis de proteína, bem como a suplementação dos principais aminoácidos na ração são importantes para a formulação de dietas à base de milho e de farelo de soja. Em condições normais, estas dietas apresentam deficiências em metionina e lisina (JORDÃO FILHO, 2004) e podem afetar a síntese protéica durante a fase de postura (NRC, 1994).

A eficiência no uso da proteína dietética depende, em grande parte, da composição de aminoácidos da dieta e balanço dos essenciais: lisina, metionina, treonina e triptofano (BAIÃO et al., 1999). Conforme o NRC (1994), a exigência de proteína para poedeiras é sugerida apenas como um ponto de referência.

Segundo Jordão Filho et al. (2006) de modo geral, as recomendações nutricionais de aminoácidos para poedeiras não tem considerado o efeito da idade e do estágio de produção, sendo, normalmente, apresentados valores únicos para todo o ciclo de postura. Durante o pico de postura (de 26 a 46 semanas de idade) entretanto, a produção de ovos atinge percentuais superiores a 90%, período no qual a demanda de nutrientes se torna mais elevada. Nesse caso, como os demais nutrientes, a concentração de aminoácidos torna-se relevante para que a ave atinja o máximo potencial na produção de ovos. As recomendações de aminoácidos para dieta de poedeiras devem ser atualizadas, tendo em vista o progresso genético e a possibilidade da ave responder de forma diferente, aos diversos ambientes e às mudanças nos sistemas de produção (JORDÃO FILHO et al. 2006).

Na formulação de dietas com vários ingredientes, deve-se considerar a fração de aminoácidos digestíveis, com a finalidade de reduzir possíveis erros de suplementação de aminoácidos da dieta (CASSARTELLI et al., 2005).

2.1.1 Lisina

A estimativa das exigências de lisina pode ser o ponto de partida para a formulação de rações com base no conceito de proteína ideal, em que a lisina é o aminoácido de referência (PACK, 1995; SILVA et al., 2005).

A proteína ideal é definida como o balanço exato de aminoácidos essenciais e o suprimento adequado de aminoácidos não-essenciais, capazes de prover, sem deficiências ou excessos, as necessidades absolutas de todos os aminoácidos estimados para manutenção e aumento da proteína corporal, utilizando-se a menor quantidade possível de aminoácidos como fonte energética (SCHUTTE; JONG, 2004). Segundo Rizzo et al. (2004) as poedeiras aproveitam mais eficientemente o nitrogênio da dieta e excretam menos nitrogênio para o meio ambiente quando alimentadas com dietas contendo níveis mais baixos de PB suplementada com lisina.

A suplementação de L-lisina iniciou-se devido ao melhor conhecimento da composição das matérias-primas, maior domínio nas estimativas nutricionais dos aminoácidos e aos avanços tecnológicos, proporcionando redução dos custos de produção de L-lisina. Um dos primeiros passos para o melhor esclarecimento da composição das matérias-primas foi o conhecimento os aminoácidos totais e digestíveis dos alimentos. Outro passo importante, foi determinar o uso dos aminoácidos digestíveis, certificando quanto efetivamente eles são utilizados pelas aves. Todos esses fatores, portanto, viabilizam comercial e tecnicamente a utilização da L- lisina nas rações das aves, proporcionando diminuição nos custos da dieta (NASCIMENTO, 2003).

O conteúdo da lisina nos alimentos ou nas matérias-primas fornece informações úteis sobre seu valor nutricional, entretanto, quando esses são submetidos ao aquecimento, a lisina presente pode ser alterada e derivar nutrientes indisponíveis. Os derivados podem ser revertidos para lisina durante a hidrólise ácida usada na análise de aminoácidos, superestimando o conteúdo da lisina (RUTHERFURD; MOUGHAN, 2007).

2.1.2 Níveis de lisina na produção e qualidade dos ovos

Vários trabalhos foram publicados com sugestões dos níveis de lisina na dieta de poedeiras comercial, no entanto, há uma grande discrepância dos valores, sendo de grande importância o estudo sobre a exigência de lisina para cada fase de criação.

De acordo com o NRC (1994), poedeiras necessitam de 680 mg/ave/dia de lisina, mas Scheideler et al. (1996) e Novak e Scheideler (1998) concluíram que esta concentração é baixa para máxima de produção de ovos. Scheideler et al. (1996) recomendaram 850 a 900 mg/ave/dia. Semelhante a sugestão apresentada por Schutte e Smink (1998), 900 mg/ave/dia de lisina total.

No Brasil, Faria et al. (2003) reavaliaram a exigência de lisina para poedeiras Hy-Line W36 e propuseram 633,1 e 642,9 mg/ave/dia, para produção e massa de ovos, respectivamente. Carvalho et al. (2003), estudando as exigências nutricionais de lisina para poedeiras leves (Hy-Line) no período de 44 a 55 semanas de idade, concluíram que a exigência seria igual ou superior a 0,861% de lisina total, correspondendo à ingestão diária de 786 mg/ave. Jardim Filho et al. (2004) ao estudarem o desempenho de poedeiras comerciais Lohmann de 24 a 48 semanas de idade aves estimaram que 0,9% de lisina digestível nas dietas melhoraram os índices de conversão.

Estudando o desempenho de poedeiras Lohmann LSL com 24 a 48 semanas, suplementadas com 600 a 900 mg/ave/dia de lisina digestível, Jardim Filho et al. (2006) recomendam 700 mg/ave/dia deste aminoácido para melhores resultados. Segundo Silva (2006), os níveis de lisina nas dietas não influenciaram no consumo de ração, na produção de ovos, no peso dos ovos e na conversão alimentar em poedeiras da linhagem Hisex White no período de 48 a 56 semanas de idade.

As exigências de lisina total e digestível, estimadas com base na produção de ovos, foram de 0,92 e 0,84% ou de 996 e 910 mg/ave/dia durante o pico de postura, de poedeiras semi-pesadas da linhagem Hisex Brown, com 30 semanas de idade (JORDÃO FILHO et al., 2006). No estudo de Sá et al. (2007) as exigências estimadas de lisina digestível foram de 0,732 e 0,715% para poedeiras leves e semi-pesadas, respectivamente, correspondendo a consumos diários de 893 e 804 mg de lisina para poedeiras leves e semi-pesadas, respectivamente.

Novak et al. (2006) variando proteína e aminoácidos sulfurados totais: lisina na

dieta de galinhas poedeiras Hy-line W-98 com 20 a 63 semanas de idade, concluíram que ao diminuírem o nível de proteína, reduziu a produção de ovos, consumo alimentar, porcentagem de albúmen, porcentagem de proteína na gema e gravidade específica, no entanto, a conversão alimentar melhorou. Conforme os autores elevaram as concentrações dos aminoácidos sulfurados totais: lisina a qualidade da casca melhorou.

A qualidade interna dos ovos não foi influenciada, nos estudos de Silva et al. (2004) e Jardim Filho et al. (2004), quando as poedeiras leves de 24 a 48 semanas de idade consumiram dietas com diferentes níveis de lisina (0,6 a 0,9%). Prochaska et al. (1996) e Rizzoli et al. (2005) indicaram que os diferentes níveis de lisina digestível influenciaram apenas as características internas dos ovos, como peso da gema e altura de albúmen, não alterando as características externas dos ovos.

Supõe-se que essa diferença nos níveis seja afetada pela interação lisina x linhagem, como ocorreu no estudo de Lima e Silva (2007). Segundo Yamamoto e Ishibashi (1997) o aumento na exigência em lisina digestível para o melhor desempenho é dependente do aumento nos níveis dos demais aminoácidos, mostrando haver relação entre os demais aminoácidos essenciais e a lisina.

2.2 MINERAIS

Os minerais são considerados de grande importância na alimentação das aves, pois participam de todos os processos bioquímicos corporais, dentre os quais a formação da casca do ovo (SECHINATO et al., 2004). Os macros e micro-minerais estão presentes na forma direta (estrutural) ou como co-fatores na produção de enzimas, desde a formação dos ossos até a matriz protéica do ovo (BASSENHEIM, 2004).

Devido às características de disponibilidades, fontes orgânicas ou quelatadas dos minerais têm sido utilizadas na perspectiva de aumentar a eficácia na produção (SECHINATO et al., 2004). Na literatura, todavia, há controvérsias com relação ao uso dos minerais orgânicos, quanto aos benefícios da suplementação na produção e qualidade de ovos. Nesse sentido, indaga-se sobre a estabilidade da molécula do quelato no trato digestório e sua biodisponibilidade em aves.

2.2.1 ZINCO – Zn

O uso do Zn orgânico pode beneficiar o desempenho das aves (matrizes, poedeiras e frangos de corte) pois participa da estrutura de cerca de 160 enzimas em diferentes espécies animais (KIDD et al., 1996). Fornecido em molécula orgânica estável, se eficientemente absorvido no sistema digestivo do animal, o Zn tem aumentado seus níveis circulantes. E o nível adequado de Zn no sangue influencia de vários modos o desempenho das aves (JORGE NETO; DARI, 2000).

Estudando o efeito da suplementação dietética de microminerais orgânicos no desempenho produtivo de poedeiras comerciais da linhagem Isa Babcock B 300, Sechinato et al. (2004) constataram como boa a possibilidade do uso de fontes orgânicas dos minerais, destacaram o pouco número de trabalhos sobre esse assunto e a necessidade de estudos, principalmente, sobre a biodisponibilidade.

Segundo Lönnerdal (2000) há necessidade de identificar os fatores que afetam a absorção de zinco, todavia, sabe-se que a quantidade e a qualidade da proteína estão positivamente correlacionadas à absorção deste mineral. Também é sabido que o zinco de baixo peso molecular ligado ou quelado pode ter melhor absorção, devido ao aumento da solubilidade. Em revisão, o autor destaca o papel da fortificação de dietas com zinco e os benefícios ao crescimento, redução de diarreias e aumento da função imune, entretanto, os mecanismos de ação no intestino ainda não estão bem definidos.

2.2.2 – ZINCO QUELATO

A utilização de microminerais complexados a moléculas orgânicas tem sido estudada para avaliar a eficiência da utilização desses pelos animais domésticos, entre eles as galinhas poedeiras (BOIAGO et al., 2008). Dentre os ligantes, os mais empregados são EDTA, histidina, metionina e ácidos orgânicos (LÖNNERDAL, 2000).

Sabe-se que os minerais orgânicos têm como principal vantagem a maior biodisponibilidade comparados aos minerais na forma inorgânica. Segundo Mabe (2001) e Garcia e Molino (2008) os minerais considerados orgânicos podem ter biodisponibilidade próxima a 90%, enquanto na forma inorgânica o índice não é superior a 20%.

Dos benefícios sugeridos para uso dos minerais na forma orgânica listam-se: maior taxa de crescimento, maior ganho de peso, maior produção de ovos, melhora na qualidade de carne e ovos, redução da taxa de mortalidade e redução do efeito do estresse (REDDY et al., 1992).

2.2.3 Morfologia intestinal das galinhas poedeiras

A manutenção da integridade morfofuncional do sistema digestório é de fundamental importância para o bom desempenho zootécnico de galinhas poedeiras, pois dela depende a digestão e a absorção de nutrientes para a conversão do alimento em ovos de consumo (FRANZO, 2006).

O intestino delgado é o principal sítio de ligação da digestão e absorção dos nutrientes da dieta, de forma que lesões ou alterações na sua estrutura podem comprometer tais processos. As medidas de altura de vilo e profundidade de cripta fornecem dados que permitem avaliar o grau de integridade da mucosa intestinal e, com isso, estimar o potencial de absorção de nutrientes nos seus diferentes segmentos (MABE, 2001).

De acordo com Robert (1996) o tipo de alimentação determina variações na morfologia intestinal. O intestino delgado é responsável pelo processo de digestão e absorção dos nutrientes contidos nos alimentos (MAIORKA; MACARI, 2002).

A densidade de vilos é diferente nas várias porções intestinais (duodeno, jejuno e íleo), onde o número de vilos é reduzido aos 10 dias de idade, independente da raça. O fato não implica em menor capacidade absorptiva, e sim em maior desenvolvimento do vilo. Assim, o número de vilos/área é reduzido em função da idade, sendo observado uma redução maior no frango de corte em relação a poedeira (YAMAUCHI; ISHIKI, 1991).

De acordo com Macari, (1995) a densidade e tamanho de vilos, bem como de microvilos, em cada segmento do intestino delgado, confere características próprias aos mesmos, sendo que a presença de nutrientes a capacidade absorptiva é proporcional a densidade e tamanho de vilo ou seja, à área de superfície disponível para absorção. As aves que possuem vilosidades mais altas terão melhor absorção de nutrientes (BOLELI, 2002; CUNNINGHAM, 2004).

Segundo Pelicano et al. (2003), o duodeno apresenta vilosidades mais esparsas, em menor número e formato de folhas. O jejuno apresenta arranjo de vilosidades em formato

de ziguezague, sugerindo às vezes um formato de onda. O íleo apresenta grande densidade de vilos dificultando até a sua visualização, sendo que os mesmos apresentam um formato de língua.

O fato de se possuir uma menor contagem de vilos por área não implica em menor capacidade absorptiva por segmento, mas sim que possa ter ocorrido maior desenvolvimento do vilo (altura) através do processo de estimulação direta ou indireta existente na mucosa (MACARI, 1999).

De acordo com o NRC, (1994) a exigência de zinco para poedeiras é de 35 $\mu\text{g/g}$. No estudo de Mabe (2001) a suplementação de Zinco nas dietas afetou medidas de morfometria intestinal. A utilização da forma inorgânica de zinco correspondeu a maiores valores de altura de vilo no íleo comparada a forma orgânica do zinco.

3 OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos dietéticos de lisina digestível e zinco quelato, sobre a produção e qualidade de ovos de poedeiras comerciais.

Avaliar prováveis efeitos da interação Lisina x Zinco, e prováveis benefícios do mineral no trato gastrointestinal, o que ainda é pouco elucidado. Em concentrações acima das exigências nutricionais, testar a hipótese de que o mineral tenha ação inibitória sobre microrganismos, aumente a integridade do epitélio intestinal e a disponibilidade dos nutrientes para a ave; o que poderia implicar na necessidade de menores níveis de lisina, sem prejuízos a produção de ovos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais e metodologias utilizadas nesse trabalho estão descritos nos itens que se seguem.

4.1 LOCAL E PERÍODOS EXPERIMENTAIS

O experimento foi realizado no setor de avicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, campus de Pirassununga, SP. A primeira fase ocorreu entre novembro de 2006 e fevereiro de 2007 e a segunda entre abril e julho de 2007. Cada período correspondeu a 12 semanas, sendo a Fase I de 24 a 36 e a Fase II de 48 a 60 semanas de idade.

4.2 ANIMAIS, INSTALAÇÕES E DIETAS EXPERIMENTAIS

Foram distribuídas 720 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown nos dois períodos de avaliação. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial (3 x 5) aplicados em seis repetições e a unidade experimental foi composta de oito aves/parcela. As aves foram distribuídas duas a duas em gaiolas geminadas, construídas em arame galvanizado, medindo 0,25 x 0,40 x 0,40 m, dispostas em linha, providas com comedouro de chapa galvanizada e bebedouros tipo “nipple”. Os fatores em questão foram níveis de zinco quelato e níveis de lisina digestível em dieta isocalórica (2800 Kcal/kg).

De acordo com as concentrações formuladas, os tratamentos consistiram na inclusão de 20, 40 e 80 ppm de zinco quelato e 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 e 1,00% de lisina digestível nas rações experimentais, à base de milho e farelo de soja, cuja composição dos demais níveis nutricionais atenderam as recomendações propostas por Rostagno et al. (2005). A lisina e demais aminoácidos limitantes, foram acrescidos, de modo a atender as relações estabelecidas como ideais para os aminoácidos limitantes. As equações serão apresentadas em função destes níveis formulados.

Após a análise de aminoácidos realizada pela Ajinomoto, os níveis de lisina digestível foram corrigidos, aplicando-se índices de digestibilidade de Rostagno et al. (2005) e valores relativos para estimar o aminoácido digestível a partir das equações de regressão, essas por suas vez, estimada a partir do formulado. Os níveis de lisina total foram 0,560; 0,612; 0,677; 0,748; 0,851% e chegou-se às médias ponderais dos valores estimados de lisina digestível: 0,482; 0,527; 0,582; 0,644 e 0,732%. O alimento e a água foram fornecidos à vontade.

No Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Universidade de São Paulo (VNP/USP) foram realizadas as análises dos ingredientes e rações (Tabela 1), segundo os procedimentos descritos por AOAC (1984).

Tabela 1 - Composição centesimal das dietas experimentais nas fases entre 24 a 36 e 48 a 60 semanas de idade das galinhas poedeiras, conforme o nível de lisina

(Continua)

Ingredientes	Lisina digestível ¹				
	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732
Milho moído	72,391	71,708	69,737	67,719	66,237
Farelo de soja	13,725	15,955	17,598	19,148	19,987
Farelo de trigo	1,594	0,090	-	-	-
Óleo de soja	-	-	0,247	0,501	0,570
Lisina	-	0,067	0,148	0,232	0,465
Met + Cist	0,151	0,140	0,220	0,301	0,480
Treonina	0,100	-	0,009	0,057	0,181
Triptofano	-	0,013	0,028	0,044	0,087
Sal	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Calcário	8,885	8,873	8,869	8,864	8,861
Fosfato	1,262	1,261	1,251	1,242	1,238
Colina	0,050	0,050	0,050	0,05	0,050
Outros (Carboquelato de Zinco / Areia)	1,143	1,143	1,143	1,143	1,143
Premix Vit / Min ²	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada					
Lisina total ³	0,560	0,612	0,677	0,749	0,851
Energia Bruta (kcal/kg) ⁴	3475	3510	3501	3488	3465
Proteína (%) ⁴	13,860	13,090	14,220	14,340	13,600
Cálcio (%) ⁵	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800
Fósforo disponível (%) ⁵	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326
Sódio (%) ⁵	0,224	0,224	0,224	0,223	0,223
Cloro (%) ⁵	0,334	0,347	0,362	0,379	0,424
Metionina + Cistina digestível (%) ⁵	0,541	0,546	0,637	0,728	0,910
Treonina digestível (%) ⁵	0,504	0,433	0,462	0,528	0,660
Triptofano (%) ⁵	0,116	0,138	0,161	0,184	0,230

Tabela 1 - Composição centesimal das dietas experimentais nas fases entre 24 a 36 e 48 a 60 semanas de idade das galinhas poedeiras, conforme o nível de lisina

(Conclusão)

Ingredientes	Lisina digestível ¹				
Leucina digestível (%) ⁵	1,161	1,213	1,244	1,272	1,283
Arginina digestível (%) ⁵	0,693	0,746	0,790	0,831	0,853
Isoleucina digestível (%) ⁵	0,475	0,510	0,536	0,560	0,572
Valina digestível (%) ⁵	0,547	0,580	0,604	0,627	0,637

¹ valor estimado com base na digestibilidade do aminoácido de cada ingrediente, segundo Rostagno et al. (2005).

² Premix vitaminico fornece (por kg de dieta): vitamina A, 7000UI; vitamina D3, 2000 UI; vitamina E, 5mg; vitamina K, 1,6mg; tiamina, 0,7mg; riboflavina, 3mg; piridoxina, 2,5mg; vitamina B12, 8mg; ácido nicotínico, 20mg; pantotenato de cálcio, 5mg; ácido fólico, 0,250mg; biotina, 0,1 mg.

³ Análise realizada pela Ajinomoto Biolatina Indústria e Comércio Ltda.

⁴ Análise realizada no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Universidade de São Paulo.

⁵ Concentração formulada.

4.3 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E TRATAMENTOS

As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram em concentrações formuladas, adicionando-se 20, 40 e 80 ppm de zinco quelato e 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 e 1,00% de lisina digestível nas rações experimentais e as equações estão apresentadas em função desses níveis.

Ao corrigir os valores em função dos resultados analisados, determinaram-se concentrações de 137, 309 e 655 ppm de zinco quelato, sendo que 35 ppm foram provenientes dos ingredientes: milho, farelo de soja, glúten 60% e do calcário. Os níveis do aminoácido analisado pela Ajinomoto consistiram em 0,560; 0,612; 0,677; 0,748; 0,851% de lisina total e ao aplicar-se os índices de digestibilidade de Rostagno et al. (2005) e os valores relativos para estimar a lisina digestível corrigida a partir das equações de regressão, chegou-se às médias ponderais dos valores estimados de 0,482; 0,527; 0,582; 0,644 e 0,732% do aminoácido digestível.

4.4 CONTROLES EXPERIMENTAIS

As variáveis de produção das aves foram controladas semanalmente na Fase I e na Fase II. Na Fase II, foram realizados a cada 28 dias os controles para avaliar as características de qualidade dos ovos. A avaliação da composição dos ovos e da morfologia intestinal das aves foi realizada no final da Fase II.

4.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

Foram avaliados dados de desempenho das aves, qualidade dos ovos e morfologia intestinal das aves.

4.5.1 Características quantitativas

Essas características estão relacionadas aos dados de produção das aves.

4.5.1.1 Consumo de Ração Médio Diário

O controle do consumo de ração por ave durante as fases experimentais foi realizado semanalmente, sendo o resultado apresentado por ave dia.

4.5.1.2 Conversão Alimentar

A Conversão Alimentar, por dúzia de ovos produzidos (CA/dz) foi calculada semanalmente, dividindo-se o consumo total da ração das aves de cada parcela pelo respectivo número de dúzias de ovos postos no período. Na Conversão Alimentar, por quilo de ovo produzido (CA/kg) dividiu-se pelo peso do ovo.

4.5.1.3 Produção de Ovos

Os ovos recolhidos, ao final de cada semana, foi calculado o percentual de postura, dividindo-se o total de ovos pelo número de aves multiplicado por 7 dias e o resultado expresso em porcentagem.

4.5.1.4 Peso Médio dos Ovos

Foi calculado semanalmente dividindo-se o peso total dos ovos de cada parcela pelo número de ovos, sendo o resultado expresso em gramas.

4.5.1.5 Massa de Ovos por ave/dia

Determinado semanalmente, dividindo-se o peso dos ovos pelo número de aves e pelo período de coleta (dias) sendo o resultado expresso em gramas.

4.5.2 Características qualitativas do ovo

Os ovos eram coletados, enumerados, de acordo com a repetição pesados individualmente e procedia-se as avaliações externa e interna.

4.5.2.1 Peso de Gema e Albúmen

Foram obtidos utilizando-se balança com aproximação de 0,01 g, com 3 ovos por parcela, sendo feita ao final de cada período de 28 dias.

4.5.2.2 Porcentagem de Casca

Foi obtido com o peso da casca, utilizando-se balança semi-analítica com aproximação de 0,01 g. Dividiu-se o peso da casca seca pelo peso inicial do ovo e o resultado foi expresso como porcentagem de casca. Esse controle ocorreu a cada período de 28 dias, usando-se 3 ovos por parcela.

4.5.2.3 Gravidade Específica (GE)

Foram preparadas com água destilada e sal comum, seis soluções salinas com densidades de 1,070 a 1,100, a intervalos de 0,005, sendo usado um densímetro para a determinação das concentrações, conforme a técnica citada por Hamilton (1982). Os ovos foram mergulhados, um a um, em soluções salinas com concentrações crescentes e, por flutuação, determinou-se a gravidade correspondente a cada ovo. A cada período de 28 dias foi realizado esse controle, com todos os ovos produzidos da parcela.

4.5.2.4 Unidade Haugh (UH)

É uma medida da qualidade interna do ovo, obtida pela relação entre peso do ovo (g) e altura do albúmen (mm). No seu cálculo utilizou-se a fórmula descrita por Ferreira et al. (1996): $UH = 100 \log (A - 1,7P^{0,37} + 7,6)$, onde A é a altura do albúmen (mm) e P é o peso do ovo (g). A altura do albúmen foi determinada utilizando-se um altímetro e os ovos foram pesados em balança com precisão de 0,01 grama. A determinação ocorreu a cada período de 28 dias, usando-se 3 ovos por parcela.

4.5.3 Composição química do ovo

As frações gema e albúmen foram pesadas separadamente, e acondicionados em frascos de vidro com tampa. Cada amostra era composta por três gemas e outra de albúmen, homogeneizadas. No Laboratório de Carnes do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, São Paulo essas amostras foram liofilizadas e depois no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Universidade de São Paulo (VNP/USP) foram realizadas as análises bromatológicas das amostras de gema e albúmen, segundo os procedimentos descritos por AOAC (1984). Nessas amostras foram analisadas proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e água na matéria natural e na matéria liofilizada, em seguida corrigiu-se a composição na matéria seca a 105°C. A proteína foi analisada pelo método micro-Kjeldahl (%N x 6,25) e o extrato etéreo obtido pela extração com éter de petróleo em aparelho Soxhlet durante seis horas.

4.5.4 Morfologia intestinal das aves

Os parâmetros avaliados no intestino delgado estão descritos a seguir.

4.5.4.1 Altura de Vilosidade e Profundidade de Cripta

Ao final do período experimental da Fase II foi abatida uma ave por unidade experimental. Dos intestinos foram retirados 1,0 cm, na metade do comprimento das três porções do intestino delgado: duodeno, jejuno e íleo. Os fragmentos foram imediatamente lavados em água destilada, fixados em BOUIN por 24 horas, desidratados em álcool 70%, diafanizados, impregnados em xilol e incluídos em parafina. Com micrótomo, foi realizada secções com 4µm de espessura e o método de coloração foi hematoxilina-eosina. As lâminas histológicas foram preparadas no Laboratório de Histologia do Departamento de Patologia (VPT) da Universidade de São Paulo, campus São Paulo/SP.

As análises morfométricas dos cortes histológicos foram realizadas utilizando

microscópio Zeiss Axioplan 2 e acessórios (luz ultravioleta, câmara digital e software Axio Vision 4) no aumento de 5 vezes e acoplado a um programa analisador de imagem. Para cada ave, foram montadas duas lâminas e, em cada uma, foram realizadas 20 medições, a partir das quais foram realizadas médias da altura de vilosidades e da profundidade de criptas. A leitura das lâminas foi realizada no Laboratório de Morfofisiologia Molecular e Desenvolvimento do Departamento de Ciências Básicas da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, campus Pirassununga/SP.

A partir dos valores encontrados obteve-se a média por segmento intestinal de cada animal para altura de vilo e profundidade de cripta (Figura 1).

Figura 1 – Altura de vilo e profundidade de cripta

Os resultados obtidos para produção e qualidade dos ovos foram analisados através do programa computacional Sistema de Análise Estatística – SANEST (ZONTA et al., 1982) e os referente à morfologia intestinal foram analisados através do programa computacional Statistical Analyses System – (SAS, 2004). Em todo texto os resultados estão expressos nos valores analisados, com exceção das equações de regressão polinomial para os níveis de lisina digestível e zinco, que estão baseadas nos valores formulados.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados e analisados foram apresentados em Fase I e Fase II.

5.1 FASE I

Aborda as características de desempenho das aves no período de 24 a 36 semanas de idades.

5.1.1 Consumo de Ração Médio Diário

Houve interação de lisina digestível e zinco no consumo de ração médio diário na 26^a e na 27^a semana (Tabela 2). Na concentração de 137 ppm de zinco houve aumento linear ($P = 0,0002$) do consumo à medida em que elevou-se a concentração de lisina digestível nas dietas (Tabela 3). Na concentração de 309 ppm de zinco houve resposta quadrática ($P = 0,03$) da ingestão de ração, conforme variou a lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,650% (Tabela 3). Na concentração de 655 ppm de zinco, a resposta foi quadrática ($P = 0,0005$) para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,583% (Tabela 3).

Na 30^a semana ($P = 0,008$) e na 31^a semana ($P = 0,02$) com relação ao fator zinco, o aumento da sua concentração na dieta coincidiu com a redução linear no consumo de ração. Evidencia-se que das concentrações de zinco estudadas a menor foi a que menos limitou o efeito da lisina na variável consumo de ração. O aumento do zinco acima das exigências, portanto, tende a limitar a eficiência de uso dos nutrientes dietéticos.

Isoladamente, foram avaliados os efeitos da concentração dietética de lisina digestível no consumo de ração, constatando-se respostas quadráticas ($P < 0,04$) da 24^a a 27^a e da 30^a a 35^a semana e o nível médio estimado de lisina foi $0,665\% \pm 0,02$, independentemente da concentração de zinco (Tabela 3). Na 28^a e na 29^a semana houve um aumento linear ($P < 0,0002$) no consumo de ração em todos os níveis de lisina em resposta

as concentrações de lisina da dieta. Na figura 2, a partir da 30ª semana os três maiores níveis apresentaram melhor consumo de ração. Houve um aumento de consumo da ração na medida em que as aves envelheciam.

O resultado médio de lisina foi $0,657\% \pm 0,04$ e um consumo médio de 107,2 g/ave/dia. Os dados encontrados na literatura superam os valores encontrados neste trabalho, todavia, não foram caracterizadas as análises de aminoácidos que confirmassem as concentrações formuladas, como: 0,76% sugerido pelo NRC (1994) e 0,732 e 0,715% por Sá et al. (2007) para poedeiras leves e semi-pesadas, respectivamente.

Ao estudar níveis de lisina (0,47 a 0,87%) na dieta de galinhas poedeiras da linhagem Isa Babcock B-300, com 24 a 34 semanas de idade, Martinez et al. (2005), concluíram que o consumo alimentar aumentou gradualmente em função da inclusão do aminoácido.

Resultados contraditórios são encontrados na literatura. Dados apresentados pela Ajinomoto, (2000) indicam que ao determinar a exigência de lisina em poedeiras Leghorn brancas (24 a 36 semanas de idade) o consumo de ração foi similar nos diferentes tratamentos variando de 109 a 112 g/dia. Jordão Filho et al. (2006) avaliando exigência de lisina total (0,79 a 1,03%) em poedeiras semi-pesadas, constataram que o consumo não foi influenciado pelos níveis de lisina na ração, como observações de estudos anteriores (BARBOSA et al., 1999; NOVAK et al., 2004; SÁ et al., 2004). No entanto, Balnave et al. (2000) observaram resultados diferente dos citados acima, ao utilizar galinhas poedeiras Isa Brown, com 19 semanas de idade, e dietas suplementadas com lisina nas concentrações 7,35 e 8,95g/kg, concluíram que ao aumentar a concentração de lisina na dieta o consumo de ração foi reduzido.

Tabela 2 - Consumo de ração médio diário (CRMD em gramas) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
CRMD -24s.	100,9	100,5	99,6	98,5	96,3	103,3	102,2	101,5		4,76	ns	0,00029	ns
CRMD -25s.	100,9	100,5	99,6	98,5	96,3	103,3	102,2	101,5		4,76	ns	0,00029	ns
CRMD -26s.	101,1	100,4	98,7	95,1	95,8	102,8	104,2	102,4		4,87	ns	0,00001	0,02
CRMD -27s.	101,1	100,4	98,7	95,1	95,8	102,8	104,2	102,4		4,87	ns	0,00001	0,02
Média	101,0	100,4	99,1	96,8	96,0	103,5	103,2	101,9	100,3				
CRMD -28s.	99,6	100,6	97,5	96,7	93,0	102,1	102,3	102,2		5,26	ns	0,00001	ns
CRMD -29s.	99,6	100,6	97,5	96,7	93,0	102,1	102,3	102,2		5,26	ns	0,00001	ns
CRMD -30s.	112,5	108,6	104,7	97,9	100,4	113,4	114,3	115,6		11,25	0,06	0,00005	ns
CRMD -31s.	112,5	108,6	104,7	97,9	100,4	113,4	114,3	115,6		11,52	0,02	0,00004	ns
Média	106,0	104,6	101,1	97,3	96,7	107,7	108,3	108,9	103,8				
CRMD -32s.	106,1	106,6	105,1	98,9	101,3	108,8	109,6	111,1		4,84	ns	0,00001	ns
CRMD -33s.	106,1	106,6	105,1	98,9	101,3	108,8	109,6	111,1		4,84	ns	0,00001	ns
CRMD -34s.	105,3	106,6	106,6	99,7	101,4	109,1	110,6	110,0		5,34	ns	0,00001	ns
CRMD -35s.	105,3	106,6	106,6	99,7	101,4	109,1	110,6	110,0		5,34	ns	0,00001	ns
Média	105,7	106,6	105,8	99,3	101,3	108,9	110,1	110,5	106,0				

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 3 - Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, no consumo de ração médio diário (CRMD) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
24 s.	$Y = 74,364956 + 63,928755X - 36,553720X^2$	0,004	49,26
25 s.	$Y = 74,364956 + 63,928755X - 36,553720X^2$	0,004	49,26
26 s.	$Y = 49,188030 + 125,158883X - 71,608238X^2$	0,0006	85,62
Zn – 20*	$Y = 85,579270 + 21,547294X$	0,0002	50,28
Zn – 40*	$Y = 47,978925 + 127,368463X - 71,710863X^2$	0,03	99,08
Zn – 80*	$Y = 23,666320 + 199,472842X - 125,152240X^2$	0,0005	85,25
27 s.	$Y = 49,188030 + 125,158883X - 71,608238X^2$	0,0006	85,62
Zn – 20*	$Y = 85,579270 + 21,547294X$	0,0002	50,28
Zn – 40*	$Y = 47,978925 + 127,368463X - 71,710863X^2$	0,03	99,08
Zn – 80*	$Y = 23,666320 + 199,472842X - 125,152240X^2$	0,0005	85,25
28 s.	$Y = 89,086481 + 14,379885X$	0,00018	45,22
29 s.	$Y = 87,978522 + 15,676432X$	0,00005	50,89
30 s.	$Y = 23,135206 + 199,885767X - 107,144491X^2$	0,03	90,50
31 s.	$Y = 16,627324 + 218,148907X - 118,722797X^2$	0,02	90,86
32 s.	$Y = 52,819294 + 122,856733X - 64,473898X^2$	0,00001	93,96
33 s.	$Y = 52,819294 + 122,856733X - 64,473898X^2$	0,00001	93,96
34 s.	$Y = 49,563819 + 135,541796X - 74,794240X^2$	0,001	90,87
35 s.	$Y = 49,563819 + 135,541796X - 74,794240X^2$	0,001	90,87

Zinco			
26 s.	$Y = 101,934995 - 0,041546X$	0,05	99,83
27 s.	$Y = 101,934995 - 0,041546X$	0,05	99,83
30 s.	$Y = 114,478336 - 0,125226X$	0,02	96,47
31 s.	$Y = 114,923336 - 0,141119X$	0,008	98,32

Zn – Zinco; P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%).

* Interação de Lisina e Zinco.

Figura 2 – Consumo de Ração Médio Diário no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.1.2 Conversão Alimentar (kg/dz)

Não houve interação lisina digestível e zinco na conversão alimentar por dúzia de ovos (Tabela 4) todavia, caracterizaram-se efeitos isolados dos fatores estudados.

Em relação ao fator zinco houve efeito linear decrescente da conversão da 29^a a 31^a semana ($P = 0,03$), segundo as equações apresentadas na tabela 5. Diferentemente das respostas para a variação de lisina digestível, a redução linear da conversão alimentar em resposta ao acréscimo de zinco na dieta não correspondeu ao aumento da produção de ovos, como será apresentado adiante.

Com relação ao fator lisina digestível houve efeito linear decrescente da conversão na 25^a semana ($P = 0,01$) e da 32^a a 35^a semana ($P < 0,008$) sugerindo-se maior eficiência de uso dos nutrientes à medida que a concentração do aminoácido foi aumentada na dieta, conforme equações na tabela 5. Essa maior eficiência foi observada à medida em que as aves foram ficando mais velhas. Na figura 3, o período que caracteriza pior conversão alimentar coincidiu com o maior consumo de ração no mesmo período, como apresentado na figura 2.

O estudo de Sá et al. (2007) avaliou a exigência nutricional de lisina digestível (0,584 a 0,784%) para galinhas poedeiras leves e semi-pesadas, no período de 34 a 50 semanas de idade. Houve efeito significativo da linhagem para a conversão alimentar e as aves semi-pesadas apresentaram melhores resultados. As exigências de lisina foram estimadas em 0,704 e 0,692% para melhor conversão alimentar correspondendo a 859 e 778 mg de lisina/ave, para aves leves e semi-pesadas, respectivamente. Concordando com Lima e Silva (2007) sobre o desempenho de poedeiras leves e semi-pesadas, avaliadas de 40 a 56 semanas de idade, as semi-pesadas tiveram melhor conversão alimentar do que as leves, em ambos os níveis de lisina digestível.

Martinez et al. (2005) realizaram experimento com galinhas poedeiras da linhagem Isa Babcock B-300, com 24 a 34 semanas de idade, utilizando níveis de lisina digestível (0,47 a 0,87%) e concluíram que conforme foi incrementado o nível de lisina na dieta houve uma melhor conversão alimentar.

Tabela 4 - Conversão Alimentar (CA - kg/dz) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
CA - 24s.	1,72	1,73	1,71	1,77	1,69	1,68	1,76	1,70		12,0	ns	ns	ns
CA - 25s.	1,48	1,50	1,52	1,58	1,48	1,48	1,50	1,46		7,84	ns	0,02	ns
CA - 26s.	1,54	1,53	1,54	1,59	1,50	1,55	1,55	1,50		11,2	ns	ns	ns
CA - 27s.	1,44	1,43	1,41	1,42	1,40	1,47	1,44	1,41		7,36	ns	ns	ns
Média	1,54	1,55	1,54	1,59	1,52	1,54	1,56	1,52	1,55				
CA - 28s.	1,38	1,41	1,36	1,40	1,34	1,44	1,39	1,35		8,03	ns	ns	ns
CA - 29s.	1,35	1,39	1,32	1,35	1,31	1,38	1,37	1,35		6,95	0,1	ns	ns
CA - 30s.	1,56	1,52	1,42	1,42	1,51	1,53	1,54	1,50		11,64	0,09	ns	ns
CA - 31s.	1,57	1,50	1,45	1,50	1,46	1,53	1,56	1,49		12,68	ns	ns	ns
Média	1,46	1,47	1,39	1,42	1,40	1,47	1,46	1,42	1,43				
CA - 32s.	1,44	1,47	1,43	1,48	1,48	1,43	1,45	1,38		7,68	ns	0,08	ns
CA - 33s.	1,44	1,44	1,42	1,48	1,46	1,42	1,42	1,39		6,83	ns	0,05	ns
CA - 34s.	1,43	1,42	1,43	1,50	1,44	1,39	1,43	1,38		7,08	ns	0,005	ns
CA - 35s.	1,44	1,42	1,43	1,48	1,44	1,42	1,42	1,39		6,40	ns	0,07	ns
Média	1,44	1,44	1,43	1,48	1,45	1,41	1,43	1,38	1,43				

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 5 - Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na conversão alimentar (CA - kg/dz) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
25 s.	$Y = 1,633964 - 0,185135X$	0,01	55,33
32 s.	$Y = 1,579504 - 0,185886X$	0,008	85,33
33 s.	$Y = 1,565886 - 0,180706X$	0,004	90,74
34 s.	$Y = 1,571637 - 0,198724X$	0,002	62,90
35 s.	$Y = 1,546396 - 0,157958X$	0,006	86,91
Zinco			
29 s.	$Y = 1,389333 - 0,000776X$	0,03	100,0
30 s.	$Y = 1,611167 - 0,002334X$	0,003	99,99

P – Probabilidade

R² – Coeficiente de determinação (%)

Figura 3 – Conversão Alimentar (kg/dz) no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.1.3 Conversão Alimentar (kg de ração/ kg de ovo)

Houve interação da lisina digestível e zinco na conversão alimentar (kg/kg) na 26ª semana (Tabela 6). Na concentração de 137ppm de zinco houve resposta quadrática para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,545% do aminoácido (Tabela 7). Na concentração de 309 ppm de zinco houve resposta quadrática para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,610% de lisina digestível (Tabela 7). Na concentração de 655 ppm de zinco houve resposta quadrática para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,548% (Tabela 7).

Em relação à resposta isolada do fator zinco sobre a conversão alimentar, houve efeito linear ($P = 0,02$) decrescente na 31ª semana (Tabela 7) sugerindo melhor resposta no maior nível de zinco. Essa variação numérica, contudo, não se traduziu no aumento da produção, como ocorreu nas respostas às concentrações de lisina (Figuras 2 e 4). Como pode ser observado, na figura 3, a redução da conversão alimentar, em função da variação do zinco na dieta, decorreu da redução da ingestão de alimento, sugerindo-se prejuízo ao consumo, na medida em que o mineral dietético foi aumentado.

No fator lisina digestível, na 27ª semana e entre a 30ª a 35ª semana houve efeito quadrático ($P < 0,02$) na conversão alimentar e o nível estimado como ótimo foi $0,615\% \pm 0,01$ (Tabela 7). O nível médio de lisina digestível estimado como ótimo para conversão alimentar (kg/kg) foi $0,599\% \pm 0,03$. Não foi observado efeito da idade das aves na conversão alimentar por kilo de ovo produzido.

O resultado obtido por Schimidt (2006) sugeriu teor de lisina digestível superior ao encontrado neste trabalho, pois ao estudar concentrações (0,555 a 0,755%) do aminoácido para poedeiras Lohmann Brown (79 a 95 semanas) sugeriu 0,681% para melhor conversão alimentar por massa de ovos, equivalente à ingestão de 783 mg/ave/dia de lisina. De acordo com Jordão Filho et al. (2006) a lisina consumida em excesso piora a eficiência de conversão em massa de ovo.

Tabela 6 - Conversão Alimentar (CA - kg/kg) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
CA - 24s.	1,87	1,86	1,85	1,83	1,80	1,92	1,90	1,86		5,95	ns	ns	ns
CA - 25s.	1,79	1,81	1,81	1,80	1,74	1,89	1,82	1,79		6,16	ns	ns	ns
CA - 26s.	1,77	1,77	1,76	1,69	1,73	1,82	1,83	1,76		5,5	ns	0,0003	0,01
CA - 27s.	1,77	1,74	1,76	1,68	1,72	1,82	1,81	1,76		5,4	ns	0,0003	ns
Média	1,80	1,79	1,79	1,75	1,75	1,86	1,84	1,79	1,80				
CA - 28s.	1,74	1,74	1,74	1,74	1,67	1,78	1,76	1,74		5,7	ns	ns	ns
CA - 29s.	1,73	1,73	1,73	1,73	1,66	1,78	1,75	1,72		5,4	ns	ns	ns
CA - 30s.	1,91	1,86	1,82	1,68	1,77	1,97	1,97	1,92		12,35	ns	0,0007	ns
CA - 31s.	1,92	1,83	1,78	1,70	1,75	1,92	1,94	1,91		12,06	ns	0,002	ns
Média	1,82	1,79	1,77	1,71	1,71	1,86	1,85	1,82	1,79				
CA - 32s.	1,78	1,78	1,76	1,69	1,74	1,84	1,80	1,80		4,77	ns	0,00007	ns
CA - 33s.	1,79	1,78	1,77	1,72	1,75	1,83	1,81	1,80		4,77	ns	0,001	ns
CA - 34s.	1,76	1,77	1,77	1,68	1,75	1,83	1,80	1,78		4,87	ns	0,00007	ns
CA - 35s.	1,78	1,77	1,79	1,72	1,74	1,83	1,82	1,79		6,05	ns	0,01	ns
Média	1,78	1,77	1,77	1,70	1,74	1,83	1,81	1,79	1,77				

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 7 - Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, na conversão alimentar (CA- kg/kg) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
26 s.	$Y = 0,841955 + 2,427297X - 1,501921X^2$	0,0004	89,72
Zn – 20*	$Y = 1,598874 + 2,235661X - 1,501921X^2$	0,02	30,80
Zn – 40*	$Y = 0,651761 + 2,863730X - 1,718333X^2$	0,01	85,77
Zn – 80*	$Y = 0,536424 + 3,450403X - 2,301790X^2$	0,001	83,77
27 s.	$Y = 0,859759 + 2,357809X - 1,459131X^2$	0,0004	87,89
30 s.	$Y = 0,084059 + 4,481198X - 2,641057X^2$	0,004	92,74
31 s.	$Y = 0,436887 + 3,473707X - 1,995458X^2$	0,02	90,41
32 s.	$Y = 0,989388 + 2,009354X - 1,206023X^2$	0,0008	83,22
33 s.	$Y = 1,148685 + 1,612377X - 0,962159X^2$	0,005	86,91
34 s.	$Y = 0,874097 + 2,329282X - 1,426525X^2$	0,0002	89,78
35 s.	$Y = 1,134895 + 1,652952X - 0,990508X^2$	0,02	83,08

Zn – zinco; P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco.

Figura 4 – Conversão Alimentar (kg/kg) no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.1.4 Porcentagem de postura

Houve interação da lisina digestível e do zinco na porcentagem de postura na 33^a e na 35^a semana (Tabela 8). Na menor concentração de zinco (137 ppm) o aumento da lisina na dieta coincidiu com o aumento linear ($P = 0,00001$) da postura (Tabela 9). Na

concentração 309 e 655 ppm de zinco houve respostas quadráticas ($P < 0,01$) para lisina digestível (Tabela 9). Na menor concentração de zinco, portanto, houve maior eficiência no uso da lisina dietética e o aumento desse mineral na dieta indica limitação na resposta do aminoácido digestível na 33ª e na 35ª semana. Se considerado o efeito da lisina, independentemente da concentração de zinco, nesse período, o nível indicado como ótimo seria $0,646\% \pm 0,02$. Não houve efeito do fator zinco em nenhum período avaliado.

No fator lisina digestível, entre a 25ª e 32ª e na 34ª semana houve efeito linear ($P < 0,001$) ascendente na porcentagem de postura (Tabela 9). Provavelmente as exigências para porcentagem de postura seja igual ou superior a maior concentração de lisina estudada. Na figura 5, verifica-se que o pico de postura coincide com a melhora na conversão alimentar por dúzia de ovos, apresentada na figura 4, sobretudo para as dietas com os maiores níveis do aminoácido. Ao analisar as médias para porcentagem de postura observada a cada quatro semanas, constata-se aumento linear da porcentagem de postura na medida em que as aves envelheciam.

Carvalho et al. (2003) utilizando níveis de lisina (0,541 a 0,861%) para poedeiras no final da postura (44 a 55 semanas) e Schmidt et al. (2008) variando a lisina digestível nos níveis (0,555 a 0,755%) em dietas de poedeiras Lohmann LSL leves no segundo ciclo de produção (79 a 95 semanas de idade), observaram efeito linear da concentração do aminoácido na taxa de postura. Porém, Jardim Filho et al. (2004) não observaram efeito dos níveis de lisina na dieta sobre a taxa de postura de poedeiras Hy-line W 36, no período de 28 a 44 semanas de idade.

Tabela 8 – Porcentagem de postura (%P) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
% P - 24s.	71,0	70,5	69,7	67,3	69,2	74,0	70,5	71,1		13,1	ns	ns	ns
%P - 25s.	82,4	80,9	79,3	75,2	78,7	83,5	82,2	84,5		8,59	ns	0,0009	ns
%P - 26s.	79,4	79,8	77,5	72,9	77,5	79,9	81,8	82,2		10,64	ns	0,008	ns
%P - 27s.	84,7	84,3	85,0	80,8	82,4	84,4	87,0	88,6		6,19	ns	0,0003	ns
Média	79,4	78,9	77,9	74,0	76,9	80,4	80,4	81,6	78,7				
%P - 28s.	86,9	85,6	86,8	83,9	83,7	85,3	88,3	90,9		6,34	ns	0,0006	ns
%P - 29s.	88,5	87,2	88,5	85,4	85,5	89,1	89,6	90,8		6,21	ns	0,008	ns
%P - 30s.	86,6	86,4	87,1	82,7	81,1	88,7	88,2	92,8		7,01	ns	0,00001	ns
%P - 31s.	86,2	86,9	86,8	78,7	83,3	89,4	89,0	93,0		6,81	ns	0,00001	ns
Média	87,0	86,5	87,3	82,7	83,4	88,1	88,8	91,9	87,0				
%P - 32s.	88,7	88,0	88,5	80,9	82,3	91,3	91,2	96,2		7,22	ns	0,00001	ns
%P - 33s.	88,3	90,6	89,7	81,3	85,2	92,6	92,7	95,8		4,53	ns	0,00001	0,00001
%P - 34s.	88,4	90,6	89,3	79,7	85,2	93,7	92,9	95,6		6,02	ns	0,00001	ns
%P - 35s.	88,2	89,9	90,7	82,1	84,5	93,3	93,6	94,6		4,89	ns	0,00001	0,002
Média	88,4	89,8	89,5	81,0	84,3	92,7	92,6	95,5	89,2				

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 9 - Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, na porcentagem (%) de postura no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
25 s.	$Y = 68,304205 + 17,404654X$	0,0003	76,19
26 s.	$Y = 66,116067 + 17,747747X$	0,001	79,56
27 s.	$Y = 72,987391 + 16,202696X$	0,00004	96,08
Zn – 20*	$Y = 69,458121 + 21,155386X$	0,0005	81,12
Zn – 40*	$Y = 71,967119 + 17,105854X$	0,003	49,58
28 s.	$Y = 75,173429 + 15,643386X$	0,00008	93,36
29 s.	$Y = 79,450151 + 11,979729X$	0,0009	86,13
30 s.	$Y = 70,447600 + 22,574318X$	0,00001	83,03
31 s.	$Y = 66,840244 + 27,539787X$	0,00001	87,40
32 s.	$Y = 65,444148 + 31,901646X$	0,00001	88,59
33 s.	$Y = 33,493903 + 127,686058X - 65,486778X^2$	0,0002	95,75
Zn – 20*	$Y = 67,011721 + 29,585574X$	0,00001	50,01
Zn – 40*	$Y = 29,460413 + 147,732608X - 82,483990X^2$	0,004	86,31
Zn – 80*	$Y = -0,576702 + 218,600010X - 122,503594X^2$	0,0001	89,44
34 s.	$Y = 67,210810 + 30,873875X$	0,00001	78,00
35 s.	$Y = 28,532964 + 144,296863X - 78,118481X^2$	0,00009	91,89
Zn – 20*	$Y = 62,652693 + 35,468479X$	0,00001	65,24
Zn – 40*	$Y = 26,470774 + 152,798691X - 84,968063X^2$	0,005	96,41
Zn – 80*	$Y = 20,775749 + 176,484820X - 104,205872X^2$	0,001	99,75

Zn – zinco; P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco.

Figura 5 – Porcentagem de postura no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.1.5 Massa de ovo

Na massa de ovo houve interação da lisina digestível e do zinco na 25^a, 27^a, 28^a e 33^a semana (Tabela 10). A menor concentração de 137 ppm de zinco permitiu resposta linear ($P < 0,01$) ascendente para lisina digestível (Tabela 11). Na concentração de 309 ppm de zinco houve resposta linear ($P < 0,01$) ascendente para lisina digestível, com exceção na 33^a semana, quando houve resposta quadrática ($P < 0,01$) para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,673% (Tabela 11). Na concentração de 655 ppm de zinco houve resposta linear ($P < 0,01$) ascendente para lisina digestível na 27^a e 28^a semana e houve resposta quadrática ($P < 0,05$) na 25^a e na 33^a semana para lisina digestível, estimando-se como ótimo $0,689\% \pm 0,03$ do aminoácido. Das concentrações de zinco avaliadas, a menor é a mais indicada. Em relação ao fator zinco, houve resposta linear ($P = 0,03$) decrescente da massa de ovo na 25^a semana como resposta a maior concentração mineral (Tabela 11).

No fator lisina digestível, conforme indicado na tabela 11, o aumento do aminoácido na dieta coincidiu com o aumento linear ($P < 0,0004$) da massa de ovo na 26^a, da 29^a a 32^a e na 34^a e 35^a semana. Evidencia-se maior exigência de lisina para produção de massa de ovo, sugerindo o direcionamento do aminoácido para síntese protéica. A figura 6 ilustra essa variação, destacando-se a resposta da maior inclusão do aminoácido.

O nível de lisina digestível apresentado pela Ajinomoto (2000) para poedeiras Leghorn brancas (24 a 36 semanas) foi 0,73% do aminoácido digestível estimando uma exigência diária de 880mg/ave/dia, para uma produção de massa de ovo diária de 57 g/ave/dia. Silveira Neto et al. (2007) sugeriu 0,8% de lisina digestível para poedeiras leves da linhagem comercial Lohmann LSL (25 a 44 semanas) e Schmidt et al. (2008) ao avaliaram os níveis (0,555 a 0,755%) do aminoácido na dieta de poedeiras Lohmann LSL leves (79 a 95 semanas) estimaram 0,721% de lisina digestível para massa de ovo.

Tabela 10 - Massa de Ovo em kg (MO - kg) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
MO - 24s.	38,3	38,7	37,5	36,3	38,3	39,7	37,8	38,7		14,1	ns	ns	ns
MO - 25s.	46,4	44,9	43,6	41,2	43,7	45,7	46,3	48,0		9,1	0,03	0,0001	0,01
MO - 26s.	45,3	45,1	43,5	40,9	43,0	45,1	46,5	47,8		10,62	ns	0,0005	ns
MO - 27s.	48,4	48,6	47,9	45,7	46,4	47,8	50,1	51,6		6,83	ns	0,00001	0,001
Média	44,6	44,3	43,1	41,0	42,8	44,6	45,2	46,5	44,0				
MO - 28s.	49,8	49,4	49,0	47,1	46,6	48,9	51,3	53,0		7,02	ns	0,00001	0,007
MO - 29s.	51,0	50,7	50,2	48,2	47,9	51,0	52,2	54,0		6,48	ns	0,00001	ns
MO - 30s.	50,5	50,0	50,2	46,7	46,2	50,7	51,9	55,8		8,23	ns	0,00001	ns
MO - 31s.	50,6	51,3	51,0	45,4	47,9	52,2	53,1	56,3		7,03	ns	0,00001	ns
Média	50,5	50,3	50,1	46,8	47,1	50,7	52,1	54,8	50,3				
MO - 32s.	52,9	52,7	52,8	47,3	47,8	53,9	55,5	59,5		7,74	ns	0,00001	ns
MO - 33s.	52,3	54,1	53,1	46,2	49,3	54,9	56,2	59,1		5,54	ns	0,00001	0,00001
MO - 34s.	52,8	54,1	53,6	46,0	49,4	56,1	56,9	59,1		6,79	ns	0,00001	ns
MO - 35s.	52,1	54,2	53,1	46,6	49,2	54,9	56,8	58,1		7,17	ns	0,00001	ns
Média	52,5	53,8	53,1	46,5	48,9	54,9	56,3	58,9	53,1				

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 11 - Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na massa de ovos (MO - kg) no período entre 24 a 36 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
25 s.	$Y = 35,671620 + 12,914417X$	0,00003	90,88
Zn – 20*	$Y = 32,898645 + 18,765771X$	0,0002	81,14
Zn – 40*	$Y = 31,554507 + 18,558557X$	0,0002	97,55
Zn – 80*	$Y = 13,444011 + 83,065535X - 54,138435X^2$	0,05	43,85
26 s.	$Y = 34,751052 + 13,774773X$	0,00007	93,47
27 s.	$Y = 39,109759 + 12,793546X$	0,00001	95,97
Zn – 20*	$Y = 35,154054 + 18,452705X$	0,00002	83,82
Zn – 40*	$Y = 39,362612 + 12,797301X$	0,0008	52,26
Zn – 80*	$Y = 42,812612 + 7,130631X$	0,04	32,79
28 s.	$Y = 39,618466 + 13,590092X$	0,00001	91,76
Zn – 20*	$Y = 71,495168 - 73,936373X + 57,577288X^2$	0,01	68,71
Zn – 40*	$Y = 37,692790 + 16,222975X$	0,0001	72,19
Zn – 80*	$Y = 40,634685 + 11,650899X$	0,003	69,15
29 s.	$Y = 41,275073 + 13,031533X$	0,00001	91,84
30 s.	$Y = 35,910813 + 19,929426X$	0,00001	93,46
31 s.	$Y = 35,283484 + 21,813061X$	0,00001	94,23
32 s.	$Y = 33,848051 + 26,346843X$	0,00001	93,68
33 s.	$Y = 10,073255 + 94,229768X - 45,188198X^2$	0,0004	97,91
Zn – 20*	$Y = 33,190548 + 26,527016X$	0,00001	62,32
Zn – 40*	$Y = -2,339233 + 133,620971X - 72,605596X^2$	0,0008	95,19
Zn – 80*	$Y = -13,561320 + 158,796651X - 86,999274X^2$	0,0001	95,90
34 s.	$Y = 34,498347 + 26,417419X$	0,0001	84,85
35 s.	$Y = 35,783933 + 24,113363X$	0,0001	85,91
Zinco			
25 s.	$Y = 47,076667 - 0,045143X$	0,01	95,12

Zn – zinco; P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco.

Figura 6 – Massa de ovos no período de 24 a 36 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta.

5.2 FASE II

Aborda as características de desempenho, qualidade dos ovos, composição dos ovos e morfologia intestinal das aves no período de 48 a 60 semanas de idade.

5.2.1 Consumo de Ração

Houve interação lisina digestível e zinco no consumo de ração nas fases de 48 a 56 semanas (Tabela 12). O aumento da concentração de lisina digestível favoreceu o consumo de ração em todos os níveis de zinco. Na concentração de 137 ppm de zinco houve resposta quadrática para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,569%. Na concentração de 309 ppm de zinco houve resposta quadrática para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,579%. Na concentração de 655 ppm de zinco houve resposta quadrática para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,551%.

Na fase de 52 a 56 semanas, houve aumento linear no consumo de ração para os níveis de lisina digestível na concentração de 137 ppm de zinco ($P = 0,02$) apesar do coeficiente de determinação encontrar-se abaixo dos demais (Tabela 13). Houve resposta quadrática para consumo nas concentrações de 309 ppm ($P = 0,002$) e 655 ppm ($P = 0,007$) de zinco, para um consumo médio de ração $109,6 \pm 1,3$, segundo as equações apresentadas na tabela 13. No consumo de ração na fase de 56 a 60 semanas houve efeito quadrático para níveis de lisina digestível ($P = 0,0001$) e o nível estimado como ótimo de 0,578% para o consumo médio de ração $111,7 \pm 0,6$ e uma ingestão diária de 646 mg de lisina. No consumo de ração na fase de 48 a 60 semanas, houve efeito quadrático para níveis de lisina digestível ($P = 0,0001$) e o nível estimado como ótimo de 0,575% para o consumo médio de ração $110,8 \pm 0,6$ e uma ingestão de 637 mg de lisina por dia, conforme as equações apresentadas na tabela 13. A figura 7 ilustra um maior consumo de ração nos níveis intermediários do aminoácido em todos os períodos avaliados.

O nível médio de lisina digestível estimado como ótimo para o consumo de ração nos períodos avaliados foi $0,570\% \pm 0,01$ e a ingestão diária de 113,1 g/ave/dia, estimando um consumo de 645 mg de aminoácido por dia, sendo menor ao sugerido pelo NRC (1994) de 0,76% e um consumo de ração de 110,0 gramas, com uma ingestão de 836 mg/dia. Nos

estudos de Sá et al. (2007) as exigências estimadas de lisina digestível foram de 0,732 e 0,715% para poedeiras leves e semi-pesadas, respectivamente, correspondendo a consumos diários de 893 e 804 mg para poedeiras leves e semi-pesadas, respectivamente. O consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de lisina, mas as aves que receberam o nível estimado perderam menos peso. Rizzo et al. (2004) ao utilizarem poedeiras da linhagem Hisex White (51 semanas) e Jordão Filho et al. (2006) ao utilizarem poedeiras semi-pesadas da linhagem Hisex Brown (30 semanas) não observaram influência dos níveis de lisina no consumo de ração, resultados semelhantes foram encontrados por: Penz e Jensen (1991); Prochaska e Carey (1993); Schutte e Smink (1998); Goulart et al. (2002); Novak et al. (2004); Sá et al. (2004) e Geraldo (2006) que ao analisarem o consumo de ração, não observaram diferenças ao elevar os níveis de lisina digestível.

Tabela 12 – Consumo de ração (CR em gramas) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
CR 48 a 52s.	109,5 ^A	108,2 ^A	108,4 ^A	104,6	110,2	111,3	109,7	107,8	108,7	2,71	ns	0,00001	0,04
CR 52 a 56 s.	112,6 ^A	111,6 ^A	111,9 ^A	109,5	112,7	112,8	113,1	112,0	112,0	2,23	ns	0,0005	0,04
CR 56 a 60 s.	111,8 ^A	110,9 ^A	112,5 ^A	106,7	111,5	115,2	114,1	111,0	111,7	3,64	ns	0,00001	ns
CR 48 a 60 s.	111,5 ^A	110,0 ^A	110,9 ^A	107,0	111,4	113,3	112,2	110,3	110,8	2,42	ns	0,00001	ns

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey (p<0,05).

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 13 – Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, no consumo de ração (CR) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
CR 52 a 56s. (Zn - 20)*	$Y = 108,213515 + 6,092343X$	0,02	62,5
CR 52 a 56s. (Zn - 40)*	$Y = 77,168352 + 90,191589X - 55,625847X^2$	0,002	71,65
CR 52 a 56s. (Zn - 80)*	$Y = 88,134445 + 68,025947X - 46,064100X^2$	0,007	78,74
CR 56 a 60s.	$Y = 54,820355 + 152,317908X - 96,282084X^2$	0,00001	95,93
CR 48 a 60s.	$Y = 69,419888 + 111,392784X - 70,791608X^2$	0,00001	90,89

Zn – zinco; P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco.

Figura 7 – Consumo de ração no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.2.2 Conversão Alimentar (kg/dz)

Em todo período de 48 a 60 semanas avaliado não houve interação dos fatores

estudados na conversão alimentar, todavia caracterizou-se efeito dos fatores principais (Tabela 14). Quanto ao fator zinco, evidenciou-se efeito linear ($P = 0,04$) ascendente, sugerindo-se pior conversão alimentar ao elevar a concentração do mineral na dieta.

Em relação ao fator lisina digestível, houve resposta quadrática em todas as fases avaliadas (Tabela 15). Os níveis estimados como ótimos de lisina digestível foram: 0,551% da 48^a a 52^a semana ($P = 0,02$); 0,566% da 52^a a 56^a ($P = 0,0013$); e 0,613% da 56^a a 60^a semana ($P = 0,00004$). Ao considerar o período total de avaliação (48 a 60 semanas) manteve-se a resposta quadrática ($P = 0,00018$) na conversão alimentar e o nível estimado como ótimo foi 0,586% para um consumo de 111,0 g de ração e uma ingestão diária de 650 mg de lisina. Na figura 8, a melhor conversão alimentar em todos os períodos avaliados ocorreu entre os níveis de 0,582 e 0,644 de lisina. Evidenciando-se que no período de 56 a 60 semanas houve melhor conversão alimentar, período este em que houve um maior consumo de ração (Figura 7). A melhoria da conversão alimentar coincide com o aumento na produção de ovos e no peso dos ovos, caracterizando maior eficiência no uso dos nutrientes da dieta.

O valor médio de lisina (0,586%) para melhor conversão alimentar, foi inferior ao sugerido por Goulart et al. (2002) quando estimaram como ótimo 0,812% de lisina total e por Jordão Filho et al. (2006) que encontraram melhor resposta para conversão por dúzia de ovos com 0,90% do aminoácido. Bertechini et al. (1995) e Sá, (2005) estimaram um consumo de 789 e 778 mg de lisina/ave/dia, respectivamente, para melhor resposta de conversão alimentar por dúzia de ovos.

Resultados contraditórios foram encontrados por Penz e Jensen (1991); Novak et al. (2004) e Geraldo (2006) sugerindo-se em que os níveis de lisina digestível não influenciaram a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Tabela 14 – Conversão alimentar (CA- kg/dz) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
CA 48 a 52s.	2,17 ^A	2,17 ^A	2,24 ^A	2,20	2,25	2,13	2,14	2,23	2,19	6,15	ns	0,03	ns
CA 52 a 56 s.	2,17 ^A	2,14 ^A	2,2 ^A	2,22	2,20	2,11	2,12	2,20	2,17	5,40	ns	0,008	ns
CA 56 a 60 s.	2,09 ^A	2,10 ^A	2,13 ^A	2,30	2,12	2,04	2,00	2,05	2,10	6,33	ns	0,00001	ns
CA 48 a 60 s.	2,14 ^A	2,13 ^A	2,19 ^A	2,24	2,18	2,08	2,09	2,15	2,15	5,00	0,07	0,0002	ns

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey (p<0,05).

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 15 – Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na conversão alimentar (CA - kg/dz) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
CA			
48 a 52s.	$Y = 2,811070 - 1,740673X + 1,155703X^2$	0,02	42,57
CA			
52 a 56s.	$Y = 3,056414 - 2,418096X + 1,563572X^2$	0,0013	82,36
CA			
56 a 60s.	$Y = 3,822583 - 4,370972X + 2,607594X^2$	0,00004	98,61
CA			
48 a 60s.	$Y = 3,229405 - 2,854564X + 1,780804X^2$	0,00018	91,45
Zinco			
CA			
48 a 60s.	$Y = 2,106667 + 0,000929X$	0,04	77,88

P – Probabilidade

R² – Coeficiente de determinação (%)

Figura 8 – Conversão Alimentar (kg/dz) das galinhas poedeiras no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.2.3 Produção de ovos

Na produção de ovos não houve interação de lisina e zinco, entretanto, caracterizou-se efeito dos fatores principais (Tabela 16). Na produção de ovos houve resposta quadrática em todas as fases avaliadas em relação lisina digestível e em resposta ao

zinco houve efeito linear negativo ($P = 0,02$) na produção de ovos da 48^a e 52^a semana (Tabela 17). Os níveis estimados como ótimos de lisina digestível foram: 0,564% da 48^a e 52^a semana ($P = 0,00006$) consumindo diariamente 626 mg de lisina; 0,570% da 52^a a 56^a semana ($P = 0,00003$) ingerindo 637 mg de lisina por dia e 0,591% da 56^a a 60^a semana ($P = 0,00001$) consumindo 637 mg de lisina por dia. Considerando o período total, da 48^a a 60^a semana ($P = 0,002$) o nível estimado de lisina foi 0,577% e uma ingestão diária de 634mg do aminoácido digestível. A figura 9 ilustra maior produção de ovos nos mesmos níveis de lisina que provocaram maior consumo de ração na figura 7 e melhor conversão na figura 8, demonstrando a influência do aminoácido. O aumento da demanda do aminoácido digestível coincide com melhoria da conversão alimentar, como observa-se na tabela anterior (Tabela 14). A resposta indica aumento da eficiência de uso dos nutrientes para a produção de ovos.

O nível médio de lisina digestível (0,577%) para produção de ovos no presente estudo foi inferior ao sugerido por Jordão Filho et al. (2006), onde as exigências foram estimadas em 0,92% de lisina total e 0,84% de digestível.

Ángeles e Rosales (2005) ao estudaram os níveis de lisina digestível (0,40 a 0,79%) em poedeiras Hy-line W-36, com 60 semanas de idade, encontraram aumento da produtividade devido ao incremento de lisina na dieta. Liu et al. (2005) observaram efeito benéfico da adição de lisina (0,63 a 0,71%) para produção de ovos. Porém, Penz e Jensen (1991); Prochaska e Carey (1993); Schutte e Smink (1998); Novak et al. (2004) e Geraldo (2006) concluíram que os níveis de lisina não interferiram na produção de ovos.

Com relação ao mineral usado neste trabalho, os resultados assemelham aos encontrados por Sechinato et al. (2006) em que a suplementação com minerais orgânicos não alterou a produção de ovos de galinhas poedeiras (48 a 60 semanas).

5.2.4 Peso médio dos ovos

No peso dos ovos não houve interação de lisina e zinco, entretanto, caracterizou-se efeito dos fatores principais (Tabela 16). Na fase de 48 a 52 semanas houve efeito linear negativo ($P = 0,01$) no peso dos ovos para concentração de zinco, conforme a equação apresentada na tabela 17.

Na fase de 52 a 56 semanas não houve efeito no peso dos ovos. Na fase de 56 a 60

semanas houve efeito quadrático ($P = 0,009$) para níveis de lisina digestível no peso dos ovos, estimando como ótimo 0,646% do aminoácido, com consumo de 111,7g/ave/dia e isso corresponde a ingestão de 721 mg de lisina/dia (Tabela 17). Houve efeito quadrático ($P=0,10$) dos níveis de lisina no peso do ovo na fase de 48 a 60 semanas, com nível estimado de 0,640% de lisina, consumindo 110,8 g/ave/dia, correspondendo a ingestão de 710 mg de aminoácido por dia. Na figura 10, os maiores níveis do aminoácido representaram melhor peso dos ovos. Como foi apresentado na tabela anterior (Tabela 15) o aumento médio da demanda de aminoácido coincide com o acréscimo na produção de ovos e peso dos ovos, ratificando a maior eficiência alimentar apresentada na tabela 14 à medida que aumentava a idade das aves até a 60ª semana.

O nível médio de lisina digestível estimado como ótimo para peso de ovos foi 0,640% $\pm$ 0,007, correspondendo a 10,8% acima dos níveis estimado para as variáveis de desempenho. Nível este, inferior ao sugerido por Schmidt et al. (2008) de 0,685% de lisina digestível, o que corresponde ao consumo de 788mg/ave/dia para poedeiras leves.

De acordo com Prochaska e Carey (1993); Goulart et al. (2002) e Sá et al. (2004), conforme os níveis de lisina digestível foram aumentados na ração, o peso dos ovos aumentou linearmente. No entanto, Prochaska et al. (1996); Novak et al. (2004); Liu et al. (2005) e Geraldo (2006) não observaram efeito da suplementação de lisina no peso dos ovos.

Silva et al. (1999); Sá et al. (2004) e Jordão Filho et al. (2006) sugerem uma possível correlação negativa produção x peso dos ovos, pois concluíram em seus estudos que alta taxa de postura implica na redução do peso do ovo.

Tabela 16 – Produção de ovos semanal (N° ovos) e Peso médio dos ovos (P. ovos) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
N° ovos 48 a 52s.	5,8 ^a	5,7 ^{ab}	5,5 ^b	5,4	5,6	5,9	5,8	5,5	5,6	6,21	0,05	0,0003	ns
N° ovos 52 a 56 s.	5,9 ^A	5,9 ^A	5,7 ^A	5,5	5,9	6,1	6,0	5,7	5,8	6,1	ns	0,0002	ns
N° ovos 56 a 60 s.	5,9 ^A	5,9 ^A	5,9 ^A	5,3	5,9	6,2	6,2	5,9	5,9	7,11	ns	0,00001	ns
N° ovos 48 a 60 s.	5,7 ^A	5,8 ^A	5,6 ^A	5,4	5,8	6,1	5,8	5,7	5,8	9,02	ns	0,006	ns
P. ovos 48 a 52s	62,2 ^A	62,2 ^A	61,2 ^A	61,7	61,4	62,3	62,1	61,9	61,9	2,62	0,03	ns	ns
P. ovos 52 a 56 s.	62,6 ^A	62,8 ^A	62,1 ^A	62,2	62,1	62,6	63,0	62,7	62,5	2,7	ns	ns	ns
P. ovos 56 a 60 s.	63,6 ^A	63,3 ^A	62,9 ^A	61,7	62,6	63,8	64,2	64,0	63,3	2,84	ns	0,0003	ns
P. ovos 48 a 60 s.	62,8 ^A	62,8 ^A	62,1 ^A	61,8	62,0	62,9	63,1	63,0	62,6	2,43	ns	0,04	ns

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey (p<0,05).

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn – zinco; Lis – lisina; CV% - coeficiente de variação.

Tabela 17 – Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na produção de ovos e no peso médio dos ovos no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
Nº ovos			
48 a 52s.	$Y = 1,969415 + 10,106531X - 6,552120X^2$	0,00006	89,62
Nº ovos			
52 a 56s.	$Y = 1,804370 + 10,964737X - 7,040171X^2$	0,00003	98,30
Nº ovos			
56 a 60s.	$Y = - 0,367435 + 16,492020X - 10,217230 X^2$	0,00001	96,04
Nº ovos			
48 a 60s.	$Y = 1,910692 + 10,334034X - 6,545168X^2$	0,002	80,47
P. ovos			
56 a 60s.	$Y = 49,833743 + 32,804852X - 18,594715X^2$	0,009	98,72
P. ovos			
48 a 60s.	$Y = 55,586303 + 17,124672X - 9,783982X^2$	0,10	90,34
Zinco			
Nº ovos			
48 a 52s.	$Y = 5,826667 - 0,003667X$	0,02	99,38
P. ovos			
48 a 52s.	$Y = 62,708332 - 0,017298X$	0,01	87,78

Nº ovos – número de ovos; P. ovos – Peso dos ovos;
P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%).

Figura 9 – Número de ovos semanal no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

Figura 10 – Peso dos ovos no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.2.5 Porcentagem de postura

Em todo período avaliado não houve interação dos fatores estudados na porcentagem de postura, todavia caracterizou-se efeito dos fatores principais (Tabela 18). Em relação ao fator zinco houve efeito linear decrescente ($P = 0,01$) da porcentagem de postura na 48ª semana (Tabela 19).

Com relação ao fator lisina digestível houve efeito quadrático ($P < 0,01$) para porcentagem postura da 49ª a 59ª semana, estimando um valor médio do aminoácido de $0,628\% \pm 0,009$ (Tabela 19) para um consumo de ração diário de 113,1 g por ave e uma ingestão diária de 710 mg de lisina. A figura 11 demonstra que a lisina teve efeito benéfico para postura e que essa maior produção de ovos está diretamente associada a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Carvalho et al. (2003) ao utilizarem níveis de lisina de 0,541 a 0,861% para poedeiras (44 a 55 semanas) e Schmidt et al. (2008) níveis (0,555 a 0,755%) para poedeiras Lohmann LSL leves (79 a 95 semanas), observaram efeito linear para a taxa de postura. No entanto, ao avaliar os níveis de lisina da dieta sobre a taxa de postura de poedeiras Hy-line W 36 (28 a 44 semanas) Jardim Filho et al. (2004) não observaram efeito.

Tabela 18 – Porcentagem de postura (%P) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
%P - 48s.	79,3	77,1	73,3	74,3	79,0	79,9	74,7	74,8		10,3	0,01	ns	ns
%P - 49s.	82,3	81,4	79,1	78,2	78,8	84,8	82,1	80,6		7,9	ns	0,02	ns
%P - 50s.	84,0	81,6	80,9	76,8	79,7	87,7	86,9	79,7		7,2	ns	0,0004	ns
%P - 51s.	83,5	84,0	82,6	78,5	83,3	87,1	86,9	81,1		8,4	ns	0,001	ns
Média	82,3	81,0	79,0	76,9	80,2	84,9	82,6	79,0	80,7				
%P - 52s.	80,5	81,2	79,0	75,0	80,2	85,3	83,9	76,7		8,4	ns	0,0001	ns
%P - 53s.	83,3	84,7	81,6	77,6	84,3	86,8	85,7	81,7		7,3	ns	0,0003	ns
%P - 54s.	87,8	85,8	84,5	81,5	86,5	87,9	88,6	86,1		7,0	ns	0,009	ns
%P - 55s.	84,6	83,8	83,0	80,7	83,7	86,1	85,3	83,2		7,8	ns	ns	ns
Média	84,0	83,9	82,0	78,7	83,7	86,5	85,9	81,9	83,3				
%P - 56s.	84,6	85,6	84,6	78,0	83,3	89,1	89,4	84,7		7,6	ns	0,0002	ns
%P - 57s.	86,1	83,7	84,4	76,3	84,6	88,4	89,2	85,1		8,3	ns	0,00002	ns
%P - 58s.	84,4	83,1	84,1	74,2	85,2	88,0	86,9	85,1		8,4	ns	0,00002	ns
%P - 59s.	84,8	83,8	83,7	73,0	85,5	89,6	87,7	84,6		8,4	ns	0,00001	ns
Média	85,0	84,0	84,2	75,4	84,6	88,8	88,3	84,9	84,4				
%P - 48 a 59s.	83,8	83,0	81,7	77,0	82,7	86,7	85,6	81,9	82,8	5,6	ns	0,00001	ns

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 19 – Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, na porcentagem de postura (%P) no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
%P - 49	$Y = -20,025620 + 282,885176X - 193,682858X^2$	0,01	68,19
%P - 50	$Y = -141,086046 + 632,746097X - 438,406523X^2$	0,00001	91,70
%P - 51	$Y = -97,845558 + 516,101165X - 359,389106X^2$	0,0001	99,76
%P - 52	$Y = -137,187533 + 624,3108250X - 438,445016X^2$	0,00001	98,65
%P - 53	$Y = -87,941118 + 485,832088X - 337,120292X^2$	0,00007	93,51
%P - 54	$Y = -29,815231 + 322,571117X - 219,280468X^2$	0,003	94,35
%P - 56	$Y = -121,440562 + 574,348235X - 390,324069X^2$	0,00003	99,02
%P - 57	$Y = -132,717757 + 603,372254X - 408,645908X^2$	0,00005	97,78
%P - 58	$Y = -132,895166 + 599,753845X - 404,910734X^2$	0,00005	86,50
%P - 59	$Y = -183,772512 + 745,7875078X - 506,977216X^2$	0,00001	88,42
%P-48 a 59	$Y = -91,245077 + 489,816728X - 336,843788X^2$	0,00001	96,37
Zinco			
% P - 48	$Y = 81,174335 - 0,099081X$	0,004	99,91

P – Probabilidade

R² – Coeficiente de determinação (%)

Figura 11 - Porcentagem de postura no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.3 QUALIDADE DO OVO

As variáveis avaliadas para qualidade do ovo estão descritas a seguir.

5.3.1 Peso do ovo

No peso do ovo, não houve interação da lisina digestível e zinco, em todos os períodos (de 48 a 60 semanas) avaliados, todavia, caracterizaram-se efeitos isolados dos fatores (Tabela 20).

Em relação ao fator zinco, na fase de 48 a 52 semanas o aumento da concentração de zinco coincidiu com a redução linear ($P = 0,07$) dessa variável, conforme a equação apresentada na tabela 21, não ocorrendo o mesmo entre 52 a 56 semanas. Na fase de 56 a 60 semanas o aumento da concentração de zinco coincidiu com a redução linear ($P = 0,03$) no peso do ovo (Tabela 21). O aumento de zinco na dieta no período de 48 a 60 semanas coincidiu com a redução linear ($P = 0,007$) do peso do ovo (Tabela 21).

Considerando o fator lisina digestível, constatou-se efeito quadrático ($P = 0,05$) no peso do ovo na fase de 56 a 60 semanas e o nível estimado como ótimo foi 0,641%. Ao considerar o período total, da 48^a a 60^a semana, o aumento de lisina na dieta propiciou resposta quadrática ($P = 0,02$) indicando 0,638% do aminoácido digestível como nível ótimo. Houve um aumento no peso do ovo conforme as aves foram ficando mais velhas.

O valor médio de lisina digestível estimado em 0,638% corresponde a 707 mg/ave/dia para o consumo de 110,8 g de ração/ave/dia. Na figura 12 fica caracterizado o efeito do acréscimo de lisina na dieta sobre o peso do ovo, ilustrando que o maior peso encontra-se nos maiores níveis de lisina e no período (56 a 60 semanas) que os ovos estão mais pesados, é o mesmo em que houve maior consumo de ração na figura 7 e melhor conversão alimentar na figura 8.

Dados encontrados na literatura superam o valor médio de lisina digestível (0,638%) encontrado neste trabalho. É importante ressaltar que não estão caracterizadas análises de aminoácidos nas dietas experimentais dos trabalhos. Os níveis de lisina sugeridos para melhor peso de ovo foram: 0,76% pelo NRC (1994); 0,70% por Rostagno et al. (2005) e 0,870% pelo Silva (2006). Prochaska e Carey (1993); Goulart et al. (2002) e Sá et al. (2004) ao fornecerem níveis de lisina digestível na ração, observaram aumento linear no peso dos ovos conforme a concentração do aminoácido foi aumentada. No entanto, Prochaska et al. (1996); Novak et al. (2004); Liu et al. (2005) e Geraldo (2006) não observaram efeito com a suplementação de lisina. Já Jardim Filho et al. (2004) trabalhando com níveis de lisina digestível (0,6 a 0,9%) na ração de poedeiras comerciais Lohmann

LSL com 28 semanas de idade, observaram que o peso do ovo foi influenciado de forma negativa.

5.3.2 Peso da Casca

No transcorrer dos respectivos intervalos avaliados a partir da 48^a a 60^a semana não houve interação da lisina digestível e do zinco no peso da casca (Tabela 20).

Considerando o fator zinco, na fase de 48 a 52 semanas o aumento da concentração de zinco coincidiu com a redução linear ($P = 0,002$) no peso da casca (Tabela 21), não ocorrendo o mesmo entre a 52^a a 56^a semana. No período de 56 a 60 semanas, o aumento da concentração de zinco na dieta coincidiu com a redução linear ($P = 0,10$) no peso da casca (Tabela 21).

Em relação ao fator lisina, na fase de 56 a 60 semanas o aumento nos níveis de lisina digestível coincidiu com o aumento linear ($P = 0,07$) no peso da casca, como ilustrada na figura 13. Semelhantes aos demais nutrientes, indica-se maior eficiência do uso de cálcio na medida em que elevou-se a concentração de lisina nas dietas. O peso da casca foi maior na medida em que as aves envelheciam.

Considerando-se o período total, da 48^a a 60^a semana, houve interação ($P = 0,03$) dos fatores estudados. Nas dietas com 655 ppm de zinco, o acréscimo de lisina digestível coincidiu com o aumento linear ($P = 0,0010$) do peso da casca (Tabela 21).

Os resultados obtidos neste trabalho concordam com Martinez et al. (2005) que concluíram que a galinha poedeira atual, por sua maior produção, requer maior inclusão de lisina na dieta para a formação da casca do ovo.

Tabela 20 - Peso do ovo controle (PO) e da casca (PC) do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
PO 48 a 52s	62,6 ^A	62,5 ^A	61,4 ^A	60,7	61,8	62,6	62,4	63,3	62,2	4,51	ns	0,08	ns
PO 52 a 56 s.	62,9 ^A	63,1 ^A	62,8 ^A	62,4	63,4	62,7	63,3	62,8	62,9	4,98	ns	ns	ns
PO 56 a 60 s.	64,4 ^A	64,5 ^A	62,9 ^A	62,0	63,2	64,9	64,7	64,9	63,9	4,59	0,07	0,01	ns
PO 48 a 60 s.	63,6 ^a	63,4 ^{ab}	62,4 ^b	61,7	62,8	63,4	64,0	63,7	63,1	2,77	0,02	0,003	ns
PC 48 a 52s	6,5 ^{AB}	6,5 ^A	6,2 ^B	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,4	5,78	0,002	ns	ns
PC 52 a 56 s.	6,6 ^A	6,6 ^A	6,5 ^A	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,4	4,83	ns	ns	ns
PC 56 a 60 s.	6,7 ^A	6,6 ^A	6,5 ^A	6,5	6,6	6,7	6,7	6,7	6,6	5,44	ns	ns	0,05
PC 48 a 60 s.	6,6 ^A	6,6 ^A	6,4 ^B	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	6,5	3,5	0,002	ns	0,03

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey (p<0,05).

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 21 – Equação de regressão para os níveis de lisina digestível e zinco quelato, no peso do ovo controle (PO) e da casca (PC) do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
PO 56 a 60s.	$Y = 47,795970 + 39,654879X - 22,621118X^2$	0,05	93,98
PO 48 a 60s.	$Y = 51,813123 + 27,867024X - 15,980622X^2$	0,02	99,80
PC 56 a 60s.	$Y = 6,343543 + 0,399399X$	0,07	80,42
Zinco			
PO 48 a 52s.	$Y = 63,183333 - 0,021238X$	0,07	92,93
PO 56 a 60s.	$Y = 65,225000 - 0,027298X$	0,03	87,73
PO 48 a 60s.	$Y = 64,074996 - 0,020464X$	0,007	97,05
PC 48 a 52s.	$Y = 6,625000 - 0,005107X$	0,002	79,70
PC 56 a 60s.	$Y = 6,748333 - 0,0025119X$	0,10	99,94
PC 48 a 60s.	$Y = 6,680000 - 0,003429X$	0,0010	91,09
Zn – 80*	$Y = 6,025226 + 0,511260X$	0,03	49,88

Zn – zinco; P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco.

Figura 12 – Peso do ovo controle no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

Figura 13 – Peso da casca do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.3.3 Altura de albúmen e Peso albúmen

Na avaliação da altura e peso de albúmen, não houve interação de lisina digestível e zinco (Tabela 22). Somente da 56^a a 60^a semana houve efeito quadrático ($P = 0,05$) para lisina digestível na altura de albúmen e o nível estimado como ótimo foi 0,575% conforme equação apresentada na tabela 23. Nível este, inferior às recomendações de NRC (1994) e de Rostagno et al. (2005) onde as exigências estimadas de lisina digestível foram 0,76% e 0,70%, respectivamente. Entretanto os níveis citados estão abaixo da resposta encontrada por Silva (2006) para poedeiras leves quando estimou em 0,870% a concentração do aminoácido digestível.

Com relação ao peso de albúmen os resultados encontrados estão de acordo com Scheideler et al. (1996); Jardim Filho et al. (2004); Novak et al. (2004); Silva et al. (2004); Liu et al. (2005); Geraldo (2006); Sá et al. (2007) e Canedo Filho et al. (2007) que também não observaram efeito da suplementação de lisina. Ao contrário, Prochaska e Carey (1993), observaram os melhores resultados em aves consumindo os maiores níveis de lisina.

As figuras 14 e 15 demonstraram que os diferentes níveis de lisina estudados para avaliar altura e peso do albúmen, não foram influenciados pelo aminoácido.

Tabela 22 – Altura (AA-mm) e peso de albúmen (PA-g) do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
AA - mm													
48 a 52s.	8,0 ^A	8,0 ^A	8,0 ^A	8,0	8,0	8,0	7,0	8,0	7,8	12,0	ns	ns	ns
52 a 56 s.	8,0 ^A	8,0 ^A	7,0 ^A	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	7,8	14,6	ns	ns	ns
56 a 60 s.	7,0 ^A	7,0 ^A	7,0 ^A	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	6,8	20,9	ns	ns	ns
48 a 60 s.	7,0 ^A	7,0 ^A	7,0 ^A	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,2	9,0	ns	ns	ns
PA - g													
48 a 52s.	39,1 ^A	39,7 ^A	40,9 ^A	42,2	39,7	38,6	39,4	39,6	39,9	5,7	ns	ns	ns
52 a 56 s.	39,2 ^A	39,2 ^A	38,4 ^A	38,9	38,4	39,2	38,8	39,3	38,9	5,2	ns	ns	ns
56 a 60 s.	37,7 ^A	37,5 ^A	37,0 ^A	37,0	37,7	38,2	36,9	37,1	37,4	6,4	ns	ns	ns
48 a 60 s.	38,7 ^A	38,8 ^A	38,8 ^A	39,3	38,6	38,7	38,4	38,7	38,7	3,5	ns	ns	ns

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

n - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 23 – Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, na altura de albúmen do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
AA 56 a 60s.	$Y = 1,335617 - 1,727888X + 1,099779X^2$	0,05	87,03

AA – altura de albúmen.

P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

Figura 14 - Altura de albúmen do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta.

Figura 15 – Peso de albúmen do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.3.4 Peso da Gema

Nas fases avaliadas entre 48 e 60 semanas, não houve interação da lisina digestível e do zinco no peso da gema, todavia caracterizou-se efeito do fator lisina (Tabela 24) havendo resposta quadrática em todas as fases avaliadas (Tabela 25). Os níveis estimados como ótimo de lisina digestível foram: 0,581% da 48^a a 52^a semana ($P = 0,02$); 0,679% da 52^a a 56^a semana ($P = 0,07$) e 0,635% da 56^a a 60^a semana ($P = 0,001$). A Figura 16 ilustra que o maior peso de gema foi encontrado nos maiores níveis de lisina. Conforme o peso do ovo foi aumentando com o avanço da idade das aves na figura 12, houve redução no peso da gema (Figura 16). Ao considerar o período total avaliado (48 a 60 semanas) manteve-se a resposta quadrática ($P = 0,0004$) da lisina digestível no peso da gema e o nível estimado como ótimo foi 0,624%, para um consumo de 110,8 g/ave/dia e uma ingestão diária de 691 mg de lisina (Tabela 25). Nível este, inferior à resposta encontrada por Silva (2006) onde o nível de lisina digestível estimado como ótimo para poedeiras leve foi 0,870%, e das recomendações de NRC (1994) e de Rostagno et al. (2005) onde as exigências estimadas de lisina digestível foram 0,76% e 0,70%, respectivamente.

Concordando com os resultados obtidos neste trabalho (Figura 16), Prochaska et al. (1996) e Rizzoli et al. (2005) concluíram que as aves que receberam as dietas com os maiores níveis de lisina, apresentaram o melhor peso da gema. Discordando de Liu et al. (2005); Geraldo (2006) e Sá et al. (2007) que não observaram efeito dos níveis de lisina no peso da gema e de Novak et al. (2004) que observaram menores peso de gema.

Segundo Faria et al. (2003) o coeficiente de correlação entre a gema dos ovos e o peso aumenta com a idade das poedeiras. Dessa forma, a seleção genética das aves para maior peso dos ovos resulta em maior proporção de clara, devido à correlação positiva entre essas variáveis.

Observa-se que conforme foi aumento a idade das aves, houve redução no peso do albúmen e no peso da gema, porém o ovo foi ficando mais pesado. Esse aumento no peso do ovo se deve ao aumento do peso da casca.

Tabela 24 - Peso da gema em gramas (PG - g) do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável (PG - g)	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
48 a 52s.	17,8 ^A	17,9 ^A	17,9 ^A	17,2	17,5	18,4	18,5	17,9	17,9	5,9	ns	ns	ns
52 a 56 s.	16,8 ^A	16,8 ^A	16,5 ^A	16,0	16,4	16,8	17,1	17,1	16,7	4,6	ns	ns	ns
56 a 60 s.	16,5 ^A	16,5 ^A	16,2 ^A	16,0	16,0	16,7	17,2	16,9	16,6	7,0	ns	ns	ns
48 a 60 s.	17,0 ^A	17,1 ^A	16,9 ^A	16,4	16,6	17,3	17,6	17,3	17,0	3,6	ns	ns	ns

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey (p<0,05).

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 25 – Equação de regressão para os níveis de lisina digestível, no peso da gema (PG) do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade

Semanas	Lisina	P	R ²
PG 48 a 52s.	$Y = 16,202009 + 19,348499X - 12,184987X^2$	0,02	65,03
PG 52 a 56s.	$Y = 17,133255 + 13,240867X - 7,133033X^2$	0,07	98,84
PG 56 a 60s.	$Y = 5,655204 + 26,602436X - 15,338731X^2$	0,001	98,39
PG 48 a 60s.	$Y = 12,908534 + 19,939468X - 11,681785X^2$	0,0004	94,93

P – Probabilidade

R² – Coeficiente de determinação (%)

Figura 16 – Peso da gema do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.3.5 Porcentagem de casca

Em todo período avaliado, entre 48 a 60 semanas, não houve interação da lisina digestível com o zinco e também não houve efeito dos fatores estudados na porcentagem de casca (Tabela 26 e Figura 17). Assemelhando-se com Prochaska e Carey (1993); Scheideler et al. (1996); Novak et al. (2004) e Liu et al. (2005) que também não

encontraram diferenças na porcentagem de casca em ovos de aves que receberam suplementação de lisina na ração. Já Schmidt et al. (2008) trabalhando com níveis (0,555 a 0,755%) de lisina digestível para poedeiras Lohmann LSL leves (79 a 95 semanas de idade), concluiu que a porcentagem de casca reduziu conforme a concentração do aminoácido aumentou.

5.3.6 Gravidade específica

Os dados de densidade não apresentaram variabilidade, portanto não foram analisados. Resultado este, semelhante aos resultados encontrados por Novak et al. (2004); Jordão Filho et al. (2006) e Lima e Silva, (2007) onde os níveis de lisina digestível não afetaram a gravidade específica dos ovos, remetendo a hipótese de que esse aminoácido não tem influência na qualidade externa da casca dos ovos.

Tabela 26 – Porcentagem (%) de casca do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
% Casca 48 a 52s.	10,3	10,3	10,1	10,3	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	5,1	ns	ns	ns
% Casca 52 a 56 s.	10,5	10,4	10,3	10,6	10,3	10,4	10,3	10,4	10,4	5,1	ns	ns	ns
% Casca 56 a 60 s.	10,4	10,3	10,3	10,4	10,4	10,3	10,3	10,2	10,3	4,3	ns	ns	ns
% Casca 48 a 60 s.	10,4	10,3	10,2	10,4	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	3,6	ns	ns	ns

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Figura 17 – Porcentagem (%) de Casca do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.3.7 Unidade Haugh

Em todo período avaliado, entre 48 a 60 semanas, não houve interação da lisina digestível com o zinco e também não houve efeito dos fatores estudados na unidade Haugh (Tabela 27 e Figura 18). Estando de acordo com Novak et al. (2004); Sá et al. (2004); Schimidt et al. (2006); Silva (2006); Geraldo (2006) e Sá et al. (2007) que não observaram efeito dos diferentes níveis de lisina na ração sobre a unidade Haugh. Nota-se que a unidade Haugh diminuiu conforme a idade da ave aumentou.

Tabela 27 – Unidade Haugh (UH) do ovo no período entre 48 a 60 semanas (s.) de idade, conforme os níveis de zinco e de lisina digestível na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
UH 48 a 52s.	87,3	87,8	88,7	87,6	87,7	90,1	86,2	88,0	87,9	6,1	ns	ns	ns
UH 52 a 56 s.	86,5	86,1	85,9	88,1	86,2	84,3	85,7	86,6	87,2	7,6	ns	ns	ns
UH 56 a 60 s.	80,6	79,6	83,0	84,6	82,3	79,6	76,9	81,9	81,1	11,7	ns	ns	ns
UH 48 a 60 s.	84,5	84,1	85,9	86,8	85,4	83,5	82,9	85,5	84,8	5,6	ns	ns	ns

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Figura 18 – Unidade Haugh do ovo no período de 48 a 60 semanas de idade, conforme os níveis de lisina digestível na dieta

5.4 COMPOSIÇÃO DO OVO

5.4.1 Peso do ovo, peso da gema, peso de albúmen

As médias de peso do ovo, peso da gema, peso de albúmen e peso do ovo reconstituído estão apresentadas na tabela 28. Não foram caracterizadas interações nas variáveis zinco e lisina digestível, mas houve efeito do fator lisina.

Houve aumento linear ($P = 0,03$) do peso no ovo conforme os níveis de lisina foram elevados (Tabela 29). No peso da gema e no peso do ovo reconstituído, houve efeito de modo quadrático ($P < 0,04$) para a lisina digestível e os valores médios do aminoácido independente da concentração de zinco foram de $0,626\% \pm 0,01$ (Tabela 29).

Tabela 28 - Peso do ovo, da gema, do albúmen e do ovo reconstituído em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
PO - g ¹	64,4	64,5	62,9	62,0	63,2	65,0	64,7	69,0	64,8	4,59	ns	0,01	ns
PG - g ²	16,5	16,5	16,2	15,2	16,0	16,7	17,3	16,9	16,4	7,0	ns	0,00003	ns
PA - g ³	37,7	37,5	37,0	37,0	37,7	32,2	36,9	37,1	36,2	6,43	ns	ns	ns
POR - g ⁴	54,2	54,3	53,2	52,2	53,6	54,9	54,2	54,9	54,0	5,01	ns	0,03	ns

1. Peso do ovo; 2. Peso da gema; 3. Peso de albúmen; 4. Peso do Ovo Reconstituído.

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 29 – Equação de regressão da Tabela 28

Variável	Lisina	P	R ²
PO - g ¹	$Y = 59,969220 + 5,535962X$	0,03	66,60
PG - g ²	$Y = 5,630293 + 26,680067X - 15,390607X^2$	0,01	98,22
POR - g ³	$Y = 39,828304 + 35,582452X - 21,089420X^2$	0,04	84,75

1. Peso do ovo; 2. Peso da gema; 3. Peso do Ovo Reconstituído.

P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

5.4.2 Matéria seca das frações do ovo

5.4.2.1 Albúmen

Nos valores médios de matéria seca e água do albúmen, apresentados na tabela 30, não foram constatados efeitos de lisina digestível e de zinco.

5.4.2.2 Gema

Na gema (Tabela 30 e 31) foi identificado efeito linear ($P = 0,0001$) para lisina digestível na matéria seca da gema em gramas e efeitos quadráticos ($P < 0,01$) para lisina digestível na matéria seca da gema em porcentagem e na água da gema, estimando-se como ótimo $0,612 \pm 0,09$ do aminoácido.

Tabela 30 - Matéria seca e água do albúmen e da gema em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
MSA - % ¹	10,8	10,8	10,7	10,7	10,8	10,7	10,8	10,8	10,8	3,94	ns	ns	ns
AA - % ²	89,1	89,1	89,2	89,3	89,2	89,2	89,2	89,1	89,2	0,49	ns	ns	ns
MSG - % ³	48,6	48,8	49,0	49,0	48,9	48,6	47,9	49,6	48,8	3,03	ns	0,02	ns
AG - % ⁴	51,4	51,1	51,0	50,9	51,1	51,4	52,1	50,4	51,2	2,9	ns	0,02	ns
MSA - g ¹	4,1	4,0	4,0	3,9	4,0	4,1	4,0	4,0	4,0	8,18	ns	ns	ns
AA - g ²	33,6	33,4	33,0	33,0	33,1	34,0	32,9	33,1	33,2	6,41	ns	ns	ns
MSG - g ³	8,0	8,0	7,9	7,4	7,8	8,1	8,3	8,4	8,0	6,36	ns	0,00002	ns
AG - g ⁴	8,5	8,3	8,3	7,7	8,2	8,6	9,0	8,3	8,4	9,4	ns	0,0003	ns

1. Matéria seca do albúmen; 2. Água do albúmen; 3. Matéria seca da gema; 4. Água da gema.

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn – zinco; Lis – lisina; CV% - coeficiente de variação

Tabela 31 – Equação de regressão da Tabela 30

Variável	Lisina	P	R ²
MSG - % ¹	$Y = 57,159313 - 24,022925X + 16,337133X^2$	0,006	70,50
AG - % ²	$Y = 42,676947 + 24,423609X - 16,576137X^2$	0,005	71,43
MSG - g ¹	$Y = 6,665435 + 1,838439 X$	0,00001	87,86
AG - g ²	$Y = 0,823682 + 19,828125X - 12,286371X^2$	0,0003	92,16

1. Matéria seca da gema; 2. Água da gema.

P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

5.4.3 Extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral da fração albúmen liofilizada.

As médias percentuais de extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral do albúmen, na matéria liofilizada estão apresentadas na tabela 32. Não houve interação de lisina digestível e zinco nessas variáveis. Houve, contudo, efeito dos fatores principais (Tabela 33).

Com relação ao fator zinco houve resposta linear ($P < 0,01$) ascendente na porcentagem matéria mineral albúmen.

Em relação à lisina digestível houve efeito quadrático ($P < 0,01$) na porcentagem de extrato etéreo do albúmen e na porcentagem de proteína bruta albúmen, sendo estimado como ótimo 0,452% e 0,432% do aminoácido, respectivamente. Os valores médios para lisina independente da concentração de zinco foram de $0,441\% \pm 0,02$.

5.4.4 Extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral da fração gema liofilizada.

As médias de porcentagem de extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral da gema, na matéria liofilizada estão apresentadas na tabela 32. Houve interação de lisina digestível e zinco na porcentagem de extrato etéreo e de matéria mineral da gema. Nas concentrações 309 e 655 ppm de zinco o acréscimo de lisina digestível coincidiu com a variação quadrática ($P < 0,001$) na porcentagem de extrato etéreo da gema e o nível estimado como ótimo do aminoácido foi 0,687% (Tabela 33).

Na concentração mineral da gema, constatou-se que as inclusões de 137 e 309 ppm de zinco permitiram a variação quadrática ($P < 0,05$) do nível de lisina digestível, sugerindo-se como ótimo 0,556 e 0,638% do aminoácido, respectivamente. Já, na concentração de 655 ppm de zinco houve resposta linear ($P = 0,03$) decrescente na porcentagem da matéria mineral da gema (Tabela 33). Esses resultados sugerem menor

efetividade da lisina na composição mineral da gema, na medida em que a concentração dietética do zinco é elevada.

Isoladamente, o aumento do zinco na dieta coincidiu com a redução linear ($P = 0,0009$) da porcentagem da matéria mineral na gema (Tabela 33) o que caracteriza limitação na eficiência de deposição mineral nessa fração do ovo, resultado esse, inverso ao ocorrido no albúmen.

Em relação ao teor de proteína bruta na gema, houve efeito linear ($P = 0,0001$) decrescente conforme os níveis de lisina aumentaram e os resultados deste trabalho concordam com Novak et al. (2006) que observaram maior porcentagem de proteína bruta quando a concentração de lisina foi reduzida de 0,97 para 0,82. Discordando de Prochaska e Carey (1993) e Novak et al. (2004) que não observaram diferenças na quantidade de proteína bruta da gema nos diferentes níveis de lisina. Prochaska et al. (1996) e Geraldo (2006) observaram maior quantidade de proteína bruta na gema nas concentrações mais elevadas do aminoácido.

Tabela 32 - Porcentagem de extrato etéreo, da proteína bruta e da matéria mineral do albúmen e da gema na matéria liofilizada em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
EEA - % ¹	15,1	15,0	14,5	15,5	15,8	15,5	15,2	12,3	14,86	8,59	ns	0,00001	ns
PBA - % ²	79,1	79,0	79,3	78,4	78,3	78,5	79,0	81,7	79,2	1,4	ns	0,00001	ns
MMA - % ³	5,7	5,9	6,1	6,0	5,9	6,0	5,7	6,0	5,9	10,24	0,03	ns	ns
EEG - % ⁴	60,2	61,3	61,3	58,8	58,7	62,6	63,1	63,6	61,36	1,74	ns	0,03	0,0002
PBG - % ⁵	34,2	34,1	34,1	36,4	35,8	33,4	32,9	32,2	34,14	0,86	ns	0,00001	0,003
MMG - % ⁶	5,5	4,5	4,5	4,8	5,4	4,0	4,0	4,1	4,5	20,33	0,004	ns	0,005

1.Extrato etéreo do albúmen; 2. Proteína bruta do albúmen; 3. matéria mineral do albúmen; 4. Extrato etéreo da gema; 5. Proteína bruta da gema; 6.Matéria mineral da gema

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 33 – Equação de regressão da tabela 32

Variável	Lisina	P	R ²
EEA - % ¹	$Y = 6,728828 + 29,525104X - 23,919125X^2$	0,00006	99,01
PBA - % ²	$Y = 85,590536 - 24,811998X + 20,897998X^2$	0,00005	99,75
EEG% ³			
Zn - 20 ppm*	$Y = 53,028930 + 11,1101357X - 1,502241X^2$	0,05	94,26
EEG% ³			
Zn - 40 ppm*	$Y = 31,795293 + 69,021681X - 36,752869X^2$	0,00003	96,87
EEG% ³			
Zn - 80 ppm*	$Y = 40,475885 + 47,370724X - 24,144417X^2$	0,001	85,16
PBG - % ⁴	$Y = 40,623859 - 8,993169X$	0,00001	86,96
MMG% ⁵			
Zn - 20 ppm*	$Y = -2,119535 + 21,543670 - 14,341681X^2$	0,03	73,60
MMG% ⁵			
Zn - 40 ppm*	$Y = 17,906722 - 32,963982X + 18,891141X^2$	0,006	99,79
MMG% ⁵			
Zn - 80 ppm*	$Y = 6,142477 - 2,292793X$	0,03	47,98
Zinco			
MMA - % ⁶	$Y = 5,613000 + 0,006726X$	0,01	99,51
MMG - % ⁵	$Y = 5,549333 - 0,014990X$	0,0009	59,92

1. Extrato etéreo do albúmen; 2. Proteína bruta do albúmen; 3. Extrato etéreo da gema; 4. Proteína bruta da gema; 5. Matéria mineral da gema; 6. matéria mineral do albúmen;

Zn - zinco

P – Probabilidade

R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco

5.4.5 Composição protéica do ovo na matéria natural

As médias de proteína bruta do albúmen, da gema e total, expressas em gramas e porcentagem na matéria natural estão apresentadas na tabela 34. Não houve interação de lisina digestível e zinco em nenhuma dessas variáveis.

Houve efeito do fator lisina, caracterizando-se resposta linear ($P < 0,02$) ascendente na proteína bruta do albúmen, expressos em valores absolutos (grama) e relativos (porcentagem). Esse aumento da proteína bruta no albúmen demonstra a eficiência do aminoácido para a síntese protéica. Na porcentagem de proteína bruta da gema houve resposta quadrática ($P = 0,0001$) do aminoácido e o nível estimado com ótimo de lisina

digestível foi 0,667% (Tabela 35). Prochaska et al. (1996) sugerem que a constituição protéica da gema e do albúmen são influenciadas diretamente pela proteína da dieta e pelas taxas de consumo dos aminoácidos pelas aves.

5.4.6 Composição lipídica do ovo na matéria natural

As médias de extrato etéreo do albúmen, da gema e total expressas na matéria natural estão apresentadas na tabela 34. Não houve interação de lisina digestível e zinco nas variáveis estudadas, todavia caracterizou-se efeito dos fatores principais (Tabela 35).

Em relação ao aminoácido, foi observado que o aumento da inclusão de zinco produziu efeito linear ascendente ($P < 0,01$) na porcentagem de extrato etéreo da gema.

Considerando o fator lisina, houve efeito linear ascendente ($P < 0,00001$) do aminoácido no extrato etéreo do albúmen e total. Houve efeito quadrático ($P = 0,0006$) do aminoácido no extrato etéreo do albúmen, expressos em valores absolutos (grama) e relativos (porcentagem). O valor médio de lisina estimado nessas variáveis foi $0,466 \% \pm 0,02$.

Tabela 34 - Composição protéica e lipídica das frações albúmen, gema e total, na matéria natural em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
PBA - % ¹	8,55	8,52	8,54	8,38	8,46	8,44	8,57	8,83	8,54	3,96	ns	0,02	ns
PBG - % ²	16,65	16,67	16,70	17,87	17,51	16,25	15,79	15,94	16,67	3,16	ns	0,00001	ns
EEG - % ⁵	29,3	30,0	30,0	28,6	28,7	30,0	30,0	31,4	29,7	3,75	0,01	0,00001	ns
EEA - % ⁴	1,63	1,63	1,55	1,67	1,71	1,66	1,63	1,34	1,60	10,52	ns	0,00001	ns
PBA - g ¹	3,25	3,20	3,16	3,10	3,19	3,23	3,22	3,29	3,21	7,29	ns	ns	ns
PBG - g ²	2,74	2,74	2,70	2,71	2,79	2,71	2,72	2,69	2,72	6,04	ns	ns	ns
PBT - g ³	6,97	6,97	5,84	5,81	5,95	5,94	5,89	6,03	5,92	5,32	ns	ns	ns
EEA - g ⁴	0,62	0,60	0,58	0,61	0,64	0,64	0,61	0,50	0,60	12,19	ns	0,00001	ns
EEG - g ⁵	4,83	4,93	4,87	4,34	4,59	4,98	5,18	5,31	4,88	6,7	ns	0,00001	ns
EET - g ⁶	5,45	5,55	5,45	4,93	5,24	5,64	5,79	5,82	5,48	6,17	ns	0,00001	ns

1. Proteína bruta do albúmen; 2. Proteína bruta da gema; 3. Proteína bruta total; 4. Extrato etéreo do albúmen; 5. Extrato etéreo da gema; 6. Extrato etéreo total.

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 35 – Equação de regressão da tabela 34

Variável	Lisina	P	R ²
PBA - % ¹	$Y = 7,905105 + 0,880256X$	0,02	90,79
PBG - % ²	$Y = 27,090086 - 24,852918X + 13,642566X^2$	0,00001	92,90
EEG - % ³	$Y = 25,539777 + 5,877625X$	0,00001	94,21
EEA - % ⁴	$Y = 0,776145 + 3,012905X - 2,447675X^2$	0,0006	99,18
PBA - g ¹	$Y = 2,967357 + 0,331757X$	0,02	85,60
EEA - g ⁴	$Y = 0,095349 + 1,658678X - 1,258591X^2$	0,0001	99,32
EEG - g ³	$Y = 3,434985 + 2,007583X$	0,00001	89,39
EET - g ⁶	$Y = 4,196846 + 1,789565X$	0,00001	79,79
Zinco			
%EEG ³	$Y = 29,240333 + 0,011386X$	0,02	66,72

1. Proteína bruta do albúmen; 2. Proteína bruta da gema; 3. Extrato etéreo da gema; 4. Extrato etéreo do albúmen; 6. Extrato etéreo total.

P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

5.4.7 Composição mineral do ovo na matéria natural

As médias de matéria mineral do albúmen, da gema e total, expressas na matéria natural estão apresentadas na tabela 36. Houve interação do nível de lisina digestível e zinco na composição mineral da gema e total. Na concentração dietética 137 ppm de zinco, a variação de lisina culminou com respostas quadráticas ($P = 0,02$) na quantidade (grama) da matéria mineral da gema, estimando-se como ótimo 0,571% do aminoácido (Tabela 37). Na concentração 309 ppm de zinco houve efeito quadrático ($P < 0,05$) e o nível de lisina estimado como ótimo foi 0,647%.

Houve aumento linear ($P = 0,003$) para lisina digestível na porcentagem de matéria mineral na gema na concentração de 137 ppm de zinco (Tabela 37). Na concentração de 309 ppm do mineral houve resposta quadrática ($P = 0,003$) para lisina digestível e o nível estimado como ótimo de 0,635% (Tabela 37). Na concentração de 655 ppm de zinco houve resposta linear ($P = 0,02$) decrescente para lisina digestível (Tabela 37). Sugerindo limitação do aminoácido na porcentagem de matéria mineral na gema à medida que a concentração do mineral foi elevada.

Na concentração 137 ppm de zinco, a matéria mineral total em gramas teve efeito quadrático ($P = 0,02$) conforme variou a concentração de lisina digestível na dieta e o nível estimado de como ótimo foi 0,579%. Na concentração de 309 ppm de zinco houve resposta linear ($P = 0,004$) decrescente para os níveis de lisina digestível. Conforme ocorreu em outras variáveis, o aumento da concentração do micromineral limitou a eficiência de uso

do aminoácido na composição do ovo. Os valores médios para lisina independente da concentração de zinco foram de $0,607\% \pm 0,05$.

Tabela 36 - Composição mineral do albúmen e gema na matéria natural em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
MMA - % ¹	0,62	0,64	0,66	0,65	0,63	0,64	0,62	0,65	0,64	10,02	ns	ns	ns
MMG - % ²	2,70	2,19	2,18	2,60	2,65	2,32	2,09	2,15	2,36	20,18	ns	0,001	0,003
MMA - g ¹	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	12,73	ns	ns	ns
MMG - g ²	0,45	0,36	0,35	0,39	0,42	0,39	0,36	0,36	0,38	20,55	ns	ns	0,01
MMT - g ³	0,68	0,59	0,60	0,61	0,69	0,73	0,69	0,68	0,68	13,70	ns	ns	0,03

1. Matéria mineral do albúmen; 2. Matéria mineral da gema; 3. Matéria mineral total

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 37 – Equação de regressão da tabela 36

Variável	Lisina	P	R ²
MMG - g ¹			
Zn - 20 ppm*	$Y = -0,287972 + 1,991065X - 1,276632 X^2$	0,02	78,39
MMG - g ¹			
Zn - 40 ppm*	$Y = 1,127496 - 1,879161X + 1,062347X^2$	0,05	99,47
MMG - % ¹			
Zn - 20 ppm*	$Y = 2,664099 + 0,054955X$	0,003	20,00
MMG - % ¹			
Zn - 40 ppm*	$Y = 9,111990 - 17,100538X + 9,846832X^2$	0,003	99,58
MMG - % ¹			
Zn - 80 ppm*	$Y = 3,032297 - 1,176802X$	0,02	48,60
MMT - g ²			
Zn - 20 ppm*	$Y = 0,002137 + 1,815883X - 1,147031X^2$	0,02	75,01
MMT - g ²			
Zn - 40 ppm*	$Y = 0,790901 - 0,271622X$	0,004	68,78

1. Matéria mineral da gema; 2. Matéria mineral total

Zn – zinco; P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco

5.4.8 Peso e composição do ovo na matéria natural.

As médias de peso e composição química do ovo, segundo as concentrações de zinco e lisina digestível, se encontram na tabela 38. Na porcentagem da matéria mineral houve interação de lisina digestível e zinco (Tabela 39). Nas concentrações 137 e 309 ppm de zinco verificou-se variação quadrática ($P < 0,05$) do nível de lisina digestível, sugerindo-se como ótimo 0,580 e 0,616% do aminoácido, respectivamente. Já, na concentração de 655 ppm de zinco houve resposta linear ($P = 0,04$) decrescente na porcentagem da matéria mineral da gema. Como ocorreram em respostas anteriores, os resultados sugerem menor efetividade da lisina na composição mineral do ovo, na medida em que a concentração dietética do zinco é elevada.

Houve efeito quadrático ($P < 0,01$) da lisina digestível no peso, na porcentagem de proteína bruta e de extrato etéreo do ovo (Tabela 39). O valor médio para lisina foi 0,618% $\pm$ 0,06.

A porcentagem de água do ovo teve redução linear ($P = 0,00009$) com o aumento de lisina digestível na dieta (Tabela 39). Resultado esse, inverso, até certo ponto, à concentração lipídica do ovo.

Tabela 38 - Composição do ovo na matéria natural em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
PO - g ¹	54,2	54,3	53,2	52,2	53,6	54,9	54,2	54,4	53,9	5,01	ns	0,03	ns
PBO - % ²	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	10,8	10,9	11,0	11,0	2,62	ns	0,0009	ns
EEO - % ³	10,0	10,2	10,2	9,5	9,7	10,3	10,7	10,6	10,2	5,03	ns	0,00001	ns
MMO - % ⁴	1,25	1,11	1,13	1,21	1,23	1,15	1,09	1,12	1,16	12,30	ns	0,02	0,002
AO - % ⁵	77,7	77,7	77,6	78,1	77,8	77,7	77,3	77,2	77,6	0,89	ns	0,0007	ns

1. Peso do ovo; 2. Porcentagem de proteína bruta no ovo; 3. Porcentagem de extrato etéreo no ovo; 4. Porcentagem da matéria mineral no ovo;

5. Porcentagem de água no ovo.

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 39 – Equação de regressão da tabela 38

Variável	Lisina	P	R ²
PO - g ¹	$Y = 39,828304 + 35,582452X - 21,089420X^2$	0,04	84,75
PBO - % ²	$Y = 13,312945 - 6,182688X + 3,914297X^2$	0,001	67,11
EEO - % ³	$Y = 4,938669 + 12,112402X - 6,365650X^2$	0,002	94,69
MMO% ⁴ - Zn- 20 ppm*	$Y = 0,081159 + 3,134180X - 1,979504X^2$	0,04	76,88
MMO% ⁴ - Zn- 40 ppm*	$Y = 3,157705 - 5,193397X + 3,084928X^2$	0,002	98,86
MMO% ⁴ - Zn- 80 ppm*	$Y = 1,385000 - 0,358333X$	0,02	56,21
AO - % ⁵	$Y = 79,065214 - 1,961715X$	0,00009	93,88

1. Peso do ovo; 2. Porcentagem de proteína bruta no ovo; 3. Porcentagem de extrato etéreo no ovo; 4. Porcentagem da matéria mineral no ovo; 5. Porcentagem de água no ovo.; Zn - zinco; P - Probabilidade; R² - Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco.

5.4.9 Recomposição química do ovo e composição na matéria seca sem extrato etéreo.

As médias de Água + proteína + extrato etéreo + matéria mineral, porcentagem de água sem extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral na matéria seca sem extrato etéreo estão apresentadas na tabela 40. Houve interação de lisina digestível e zinco na proteína bruta e matéria mineral na matéria seca sem extrato etéreo (Tabela 41). Nas concentrações 137 e 309 ppm de zinco houve efeito quadrático ($P < 0,01$) da lisina digestível (Tabela 41). Na concentração 655 ppm de zinco houve efeito linear ($P < 0,01$) ascendente da lisina digestível. Esses resultados sugerem menor efetividade da lisina na proteína bruta e matéria mineral na matéria seca sem extrato etéreo, na medida em que a concentração dietética do zinco é elevada.

Na Água + proteína + extrato etéreo + matéria mineral e na porcentagem de água sem extrato etéreo houve efeito quadrático ($P < 0,01$) da lisina digestível (Tabela 41). Os valores médios para lisina independente da concentração de zinco foram de $0,600\% \pm 0,04$.

Tabela 40 - Recomposição química do ovo e composição na matéria seca sem extrato etéreo em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
APBEEMM- g ¹	54,2	54,3	54,2	52,2	53,6	54,9	54,2	54,4	53,9	5,01	ns	0,03	Ns
ASEE - % ²	86,4	86,5	86,5	86,3	86,3	86,6	86,6	86,3	86,4	0,47	ns	0,02	Ns
PBMSSEE - % ³	89,8	90,9	90,7	90,2	90,0	90,4	90,9	90,8	90,5	1,18	ns	ns	0,004
MMMSSEE - % ⁴	10,2	9,1	9,2	9,8	9,9	9,6	9,1	9,1	9,5	11,24	ns	ns	0,004

1. Água + proteína + extrato etéreo + matéria mineral; 2. Porcentagem de água sem extrato etéreo; 3. Proteína bruta na matéria seca sem extrato etéreo; 4. Matéria mineral na matéria seca sem extrato etéreo.

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 41 – Equação de regressão da tabela 40

Variável	Lisina	P	R ²
APBEEMM ¹	$Y = 39,828304 + 35,582452X - 21,089420X^2$	0,04	84,75
ASEE - % ²	$Y = 84,052504 + 6,544906X - 4,233682X^2$	0,009	57,83
PBMSSEE ³ - Zn - 20 ppm*	$Y = 99,685256 - 26,322639X + 16,524409X^2$	0,02	90,70
PBMSSEE ³ - Zn - 40 ppm*	$Y = 78,505819 + 30,793099X - 17,909708X^2$	0,01	95,54
PBMSSEE ³ - Zn - 80 ppm*	$Y = 88,993963 + 2,364865X$	0,03	56,09
MMMSSEE ⁴ - Zn - 20 ppm*	$Y = 0,103895 + 27,014063X - 17,072422X^2$	0,02	91,41
MMMSSEE ⁴ - Zn - 40 ppm*	$Y = 21,502612 - 30,811299X + 17,919872X^2$	0,01	95,55
MMMSSEE ⁴ - Zn - 80 ppm*	$Y = 11,092514 - 2,550992X$	0,03	60,66

1. Água + proteína + extrato etéreo + matéria mineral; 2. Porcentagem de água sem extrato etéreo; 3. Proteína bruta na matéria seca sem extrato etéreo; 4. Matéria mineral na matéria seca sem extrato etéreo.

Zn – zinco; P – Probabilidade; R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco.

5.4.10 Relação entre componentes químicos do ovo.

As médias das relações proteína bruta e água, matéria mineral e água e proteína bruta e extrato etéreo estão apresentadas na tabela 42.

Houve interação da lisina digestível e zinco na relação matéria mineral e água (Tabela 43). Nas concentrações 137 e 309 ppm de zinco houve resposta quadrática ($P < 0,01$) da lisina digestível. Na concentração 655 ppm de zinco houve resposta linear ($P = 0,02$) decrescente.

Considerando o fator lisina digestível, houve efeito quadrático ($P < 0,02$) da lisina digestível na relação proteína bruta e água e na relação proteína bruta e extrato etéreo, estimando como ótimo $0,603\% \pm 0,07$ do aminoácido.

Os valores médios para lisina independente da concentração de zinco foram de $0,599\% \pm 0,04$.

Tabela 42 - Relação entre componentes químicos do ovo em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
PB:Água ¹	0,14	0,14	0,14	0,143	0,143	0,149	0,147	0,143	0,145	3,36	ns	0,04	ns
MM:Água ²	0,016	0,014	0,014	0,015	0,016	0,015	0,014	0,014	0,015	12,57	ns	0,04	0,002
PB:EE ³	1,10	1,08	1,08	1,172	1,144	1,054	1,016	1,040	1,085	4,41	ns	0,00001	ns

1. Proteína bruta: água; 2. Matéria mineral: água; 3. Proteína bruta: extrato etéreo.

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 43 – Equação de regressão da Tabela 42

Variável	Lisina	P	R ²
PB:A ¹	$Y = 0,165920 - 0,067273X + 0,044334X^2$	0,02	53,45
MM:A ² - Zn - 20 ppm*	$Y = -0,000955 + 0,045481X - 0,028694X^2$	0,02	78,71
MM:A ² - Zn - 40 ppm*	$Y = 0,040190 - 0,066427X + 0,039850X^2$	0,003	99,16
MM:A ² - Zn - 80 ppm*	$Y = 0,017856 - 0,004707X$	0,02	52,99
PB:EE ³	$Y = 1,884107 - 1,939344X + 1,090570X^2$	0,00001	92,10

1. Proteína bruta: água; 2. Matéria mineral: água; 3. Proteína bruta: extrato etéreo.

Zn – zinco

P – Probabilidade

R² – Coeficiente de determinação (%)

* Interação de Lisina e Zinco.

5.4.11 Deposição dos componentes químicos nas frações gema, albúmen e total do ovo.

As médias de deposição de proteína bruta e de extrato etéreo por dia na gema e no albúmen, proteína bruta total e extrato etéreo total estão apresentadas na tabela 44. Não houve interação de lisina digestível e zinco em nenhuma dessas variáveis; todavia caracterizou-se efeito do fator lisina (Tabela 45).

Houve efeito linear ascendente ($P < 0,002$) do aminoácido na deposição diária de extrato etéreo na gema e total, sugerindo que a exigência de lisina seja igual ou superior as concentrações estudadas. Houve efeito quadrático ($P = 0,0001$) da lisina digestível na deposição diária de extrato etéreo no albúmen, estimando uma exigência de 0,482 do aminoácido.

5.4.12 Deposição de água na gema, no albúmen e total.

As médias de deposição de água na gema, no albúmen e total estão apresentadas na tabela 44. Não houve interação de lisina digestível e zinco em nenhuma dessas variáveis; todavia caracterizou-se efeito isolado do aminoácido (Tabela 45). Houve efeito quadrático ($P = 0,0003$) da lisina digestível na deposição de água na gema e o nível estimado de 0,591%.

5.4.13 Deposição de matéria mineral na gema, no albúmen e total do ovo.

As médias de deposição de matéria mineral na gema, no albúmen e total do ovo estão apresentadas na tabela 44. Houve interação da lisina digestível e zinco na deposição de matéria mineral na gema e total (Tabela 45).

Nas concentrações de 137 e 309 ppm de zinco houve respostas quadráticas ($P < 0,05$) da lisina digestível na deposição de matéria mineral na gema, estimando um valor de 0,571 % e 0,647 % do aminoácido, respectivamente.

Na deposição de matéria mineral total, houve efeito quadrático ($P = 0,05$) da lisina digestível na concentração de 137 ppm de zinco, estimando um valor de 0,579 % do aminoácido. Na concentração 309 ppm de zinco houve efeito linear ($P = 0,04$) decrescente para deposição de matéria mineral total (Tabela 45). Sugerindo limitação do aminoácido à

medida que a concentração do mineral aumenta.

Considerando o fator lisina digestível, houve efeito quadrático ($P = 0,04$) na deposição total do ovo e o nível estimado de 0,621% do aminoácido (Tabela 45). Os valores médios para lisina independente da concentração de zinco foram de $0,604\% \pm 0,04$.

Tabela 44 - Deposição dos componentes químicos, de água e de matéria mineral nas frações gema, albúmen e total do ovo em função dos níveis de zinco e de lisina na dieta

Variável	Zinco (ppm)			Lisina Digestível (%) ⁺					Média	CV(%)	Nível de Significância		
	137	309	655	0,482	0,527	0,582	0,644	0,732			Zn	Lis	Zn x Lis
PBG(g/dia) ¹	2,74	2,74	2,70	2,71	2,79	2,71	2,72	2,69	2,72	6,04	ns	ns	ns
PBA(g/dia) ²	3,26	3,20	3,16	3,10	3,19	3,23	3,22	3,29	3,21	7,29	ns	ns	ns
EEG(g/dia) ³	4,83	4,93	4,87	4,34	4,59	4,98	5,18	5,31	4,88	6,7	ns	0,00001	ns
EEA(g/dia) ⁴	0,62	0,60	0,58	0,61	0,64	0,64	0,61	0,50	0,60	12,19	ns	0,00001	ns
PBT(g/dia) ⁵	5,97	5,97	5,84	5,81	5,95	5,94	5,89	6,03	5,92	5,32	ns	ns	ns
EET(g/dia) ⁶	5,45	5,55	5,45	4,93	5,24	5,64	5,79	5,82	5,48	6,17	ns	0,00001	ns
DAG ⁷	8,5	8,3	8,3	7,7	8,2	8,6	9,0	8,3	8,4	9,38	ns	0,0003	ns
DAA ⁸	33,6	33,4	33,0	33,0	33,6	34,0	32,9	33,1	33,3	6,41	ns	ns	ns
DAT ⁹	42,1	42,1	41,3	40,8	41,7	42,7	41,9	42,0	41,8	5,31	ns	ns	ns
DMMG ¹⁰	0,45	0,36	0,35	0,39	0,42	0,39	0,36	0,36	0,38	20,55	ns	ns	0,01
DMMA ¹¹	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	12,73	ns	ns	ns
DMMT ¹²	0,68	0,59	0,60	0,63	0,66	0,63	0,59	0,60	0,62	13,70	ns	ns	0,03
DTO ¹³	54,20	54,28	54,19	52,20	53,66	54,94	54,21	54,44	53,89	5,01	ns	0,03	ns

1. Deposição de proteína bruta por dia na gema; 2. Deposição de proteína bruta por dia no albúmen; 3. Deposição de extrato etéreo por dia na gema; 4. Deposição de extrato etéreo por dia no albúmen; 5. Deposição de proteína bruta total por dia; 6. Deposição de extrato etéreo total por dia; 7. Deposição de água na gema; 8. Deposição de água no albúmen; 9. Deposição de água total; 10. Deposição de matéria mineral na gema; 11. Deposição de matéria mineral no albúmen; 12. Deposição de matéria mineral total; 13. Deposição total do ovo.

⁺ valor estimado a partir do fator 0,8605 de digestibilidade, obtido como média ponderal dos ingredientes usados na formulação das dietas.

Zn - zinco; Lis - lisina; CV% - coeficiente de variação; ns - efeito não significativo.

Tabela 45 – Equação de regressão da tabela 44

Variável	Lisina	P	R ²
EEG ¹ (g/dia)	$Y = 3,434985 + 2,007583X$	0,00001	89,39
EEA ² (g/dia)	$Y = 0,095349 + 1,658678X - 1,258591X^2$	0,0001	99,32
EET ³ (g/dia)	$Y = 4,196846 + 1,789565X$	0,00001	79,79
DAG ⁴	$Y = 0,821580 + 19,834406X - 12,290586X^2$	0,0003	82,17
DMMG ⁴ - Zn - 20ppm*	$Y = -0,287972 + 1,991065X - 1,276632X^2$	0,02	78,39
DMMG ⁴ - Zn - 40ppm*	$Y = 1,127496 - 1,879161X + 1,062347X^2$	0,05	99,47
DMMT ⁵ - Zn - 20 ppm*	$Y = 0,002137 + 1,815883X - 1,147031X^2$	0,05	75,01
DMMT ⁵ - Zn - 40 ppm*	$Y = 0,790901 - 0,271622X$	0,04	68,78
DTO ⁶	$Y = 39,828304 + 35,582452X - 21,089420X^2$	0,04	84,75

1. Deposição de extrato etéreo por dia na gema; 2. Deposição de extrato etéreo por dia no albúmen; 3. Deposição de proteína bruta total por dia; 4. Deposição de água na gema; 5. Deposição de matéria mineral total; 6. Deposição total do ovo.

P – Probabilidade

R² – Coeficiente de determinação (%)

5.5 MORFOLOGIA INTESTINAL

Nas variáveis altura de vilo e profundidade de cripta, não foi possível observar efeito dos diferentes níveis de zinco sobre quaisquer parâmetros morfológicos avaliados nos três segmentos intestinais (duodeno, jejuno e íleo). Concordando com Mabe (2001) que não observou influência do zinco, seja na forma orgânica ou inorgânica, na altura de vilo e profundidade de cripta no duodeno e jejuno. Os resultados médios referentes à morfologia intestinal estão apresentados na tabela 46.

Ao se aplicar o teste de média, houve maior altura de vilo no íleo na concentração de 309 ppm do mineral (Figura 19), no entanto, não podemos indicar essa concentração como a ideal, pois nas outras variáveis analisadas quanto maior a concentração de zinco pior foram os resultados obtidos. Este resultado assemelha ao obtido por Mabe (2001) onde a altura de vilo no íleo mostrou-se diferente entre as fontes de zinco.

Tabela 46 – Morfologia intestinal: Altura de vilo e Profundidade de cripta nos três segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) em função das diferentes concentrações de zinco na dieta

Parâmetros		Tratamentos			CV (%)	P
		Zn - 173	Zn - 309	Zn - 655		
Altura de vilo (μm)	Duodeno	1974.60	1936.70	1894.80	11,68	0,872
	Jejuno	895.62	882.66	859.77	13,71	0,894
	Íleo	517.07 ^B	622.78 ^A	548.09 ^{AB}	10,41	0,039
Profundidade Cripta (μm)	Duodeno	125.47	102.55	103.79	15,71	0,104
	Jejuno	108.76	118.36	109.60	14,52	0,601
	Íleo	89.95	84.80	91.45	6,71	0,221

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).
Zn: Zinco; P: Probabilidade; CV(%): Coeficiente de variação.

Figura 19 - Altura de vilo e profundidade de cripta no íleo de galinha poedeira com 60 semanas de idade, recebendo as concentrações de 137, 309 e 655 ppm de zinco

6 CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados apresentados e nas condições experimentais do presente estudo, concluí-se que os níveis $0,646\% \pm 0,03$ e $0,600\% \pm 0,03$ de lisina digestível, satisfazem as necessidades de desempenho das galinhas poedeiras, da 24^a a 36^a e da 48^a a 60^a semana de idade, respectivamente. Em relação à qualidade do ovo das aves no período de 48 a 60 semanas, o valor médio de lisina digestível estimado foi $0,598\% \pm 0,05$.

O aumento do mineral na dieta sugeriu prejuízos à produção das aves, qualidade dos ovos e ao intestino delgado, sugerindo das concentrações estudadas 137 ppm de zinco quelato.

REFERÊNCIAS

- AJINOMOTO. Biolatina Indústria e Comércio Ltda. **Requerimentos de lisina para poedeiras brancas em início de postura**. 2000. Relatório de Pesquisa, 3. Disponível em: <[http://www.lisina.com.br/upload/relatorio3\(1\).PDF](http://www.lisina.com.br/upload/relatorio3(1).PDF)>. Acesso em: 31 jul. 2008.
- ALVARENGA, B. O.; BELETTI, M. E.; FRENANDES, E. A.; SILVA, M. M.; CAMPOS, L. F. B.; RAMOS, S. P. Efeitos de fontes alternativas de fósforo nas rações de engorda e abate sobre a morfologia intestinal de frangos de corte. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 55-59, 2004.
- ÁNGELES, M. L.; ROSALES, S. G. Efecto del nivel de lisina digestible y del perfil ideal de aminoácidos sobre el requerimiento de lisina em gallinas Hy-line W-36 al final del primer periodo de postura. **Veterinaria México**, México, v. 36, n. 3, p. 279-294, 2005.
- AOAC. ASSOCIATION ON OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14. ed. Arlington, VA.: Association of Official Analytical Chemists, 1984. 1141 p.
- BAIÃO, N. C.; FERREIRA, M. O. O.; BORGES, F. M. O.; MONTI, A. E. M. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 3, p. 271-274, 1999.
- BALNAVE, D.; GILL, R. J.; BRYDEN, W. L. Responses of Isa Brown laying hens to a pré-layer diet containing calcium and to dietary protein and lysine concentrations during lay. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 51, p. 779-784, 2000.
- BARBOSA, B. A. C.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; ALBINO, L. F. T.; GRAÇAS, A.S. Exigência nutricional de lisina para galinhas poedeiras de ovos brancos e marrons, no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 534-541, 1999.
- BASSENHEIM, G. W. V. Uso de minerais orgânicos em poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 22., 2004, Santos. **Anais...** Santos: Facta, 2004. p. 75-76.
- BERTECHINI, A. G.; TEIXEIRA, A. S.; LIRA, V. M. C. Níveis de lisina para poedeiras comerciais leves na fase de pico de postura. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 13., 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Facta, 1995. p. 75.
- BOIAGO, M. M.; SCATOLINI, A. M.; FERRARI, V. B.; ASSIS, S. S.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A. Concentrações de Mn, Zn e Se em ovos de galinhas poedeiras alimentadas com dietas contendo minerais associados a moléculas orgânicas. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 6., 2008, Indaiatuba. **Anais ...** Indaiatuba: APA, 2008. p.71- 73.
- BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos**

de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap.5, p.75-95.

BRANDALIZE, V. H. Influência da nutrição da matriz, sobre a performance do frango de corte. In: ENCONTRO TÉCNICO EM CIÊNCIAS AVIÁRIAS, 5., 2001, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: [s.n.], 2001. p. 46.

CANEDO FILHO, V. M.; SILVEIRA NETO, O. J.; OLIVEIRAR, R.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. **Suplementação de lisina e treonina para poedeiras comerciais com 25 semanas de idade sobre a qualidade de ovos.** In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 59., 8 a 13 jul. 2007. Disponível em: <<http://www.servicos.sbpnet.org.br/sbpc/59ra/senior/livroelettronico/resumos/R7289-1.html>>. Acesso em: 31 Jul. 2008.

CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; TOLEDO, R. S.; NERY, L. R.; HASHIMOTO, F. A. M. Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leves no período final de postura submetidas a estresse térmico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, p. 102, 2003. Supplemnt, 6.

CASARTELLI, E. M.; FILARD, R. S.; JUNQUEIRA, O. M.; LAURENTZ, A. C.; ASSUENA, V.; DUARTE, K. F. Commercial laying hen diets formulated according to different recommendations of total and digestible amino acids. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 177-180, 2005.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

FARIA, D. E.; FARIA FILHO, D. E.; RIZZO, M. F. Qualidade do ovo para industrialização. In CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 21., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta. 2003. p. 327-346.

FERREIRA, S. W.; COLNAGO, L. A.; MELO, S.; AGUA, A. F. P. Recomendação sobre o uso do medidor de altura de albúmen de ovos. **Comunicado Técnico da Embrapa**, n. 13, p. 1-5, 1996.

FRANZO, V. S. **Considerações morfofisiológicas do intestino e do fígado de poedeiras comerciais submetidas aos programas de muda forçada.** 2006. 149 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2006.

GARCIA, J. R. M.; MAZALLI, M. R. Avanços na nutrição da poedeira moderna. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: [s.n.], 2003. p. 35-56.

GARCIA, E. A.; MOLINO, A. B. Atualidades na nutrição de poedeiras. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 6., 2008, Indaiatuba. **Anais ...** Indaiatuba: APA, 2008. p. 10-21.

GERALDO, A. **Aminoácidos sulfurados, lisina e treonina digestíveis para poedeiras comerciais leve em pico de produção.** 2006, 171 f. Tese [Doutorado em Zootecnia] – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

GOULART, C. C.; VALÉRIO, S. R.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Efeito dos níveis de lisina na performance de poedeiras comerciais leves e semi-pesadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2002. p. 62-64.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 6, p. 2022-2039, 1982.

JARDIM FILHO, R. M.; STRINGHINI, J. H.; NASCIMENTO, A. H.; LEANDRO, N. S. M.; SILVA, T. R.; SANTOS, P. M. Influência dos níveis de lisina sobre o desempenho de poedeiras comerciais – Hy-Line W 36. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.6, p. 104, 2004. Supplement, 6.

JARDIM FILHO, R. M.; STRINGHINI, J. H.; CARVALHO, F. B. Desempenho de poedeiras Lohman LSL suplementadas com lisina digestível. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 4., Indaiatuba. **Anais ...** Indaiatuba: APA, 2006. p. 81.

JORDÃO FILHO, J. **Exigências nutricionais e avaliação da relação lisina: metionina+cistina para poedeiras semipesadas**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, P. B. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1728–1734, 2006. Supplement

JORGE NETO, G.; DARI, R. L. Produtos químicos alternativos para promotores de crescimento. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 2000. p. 217-239.

KIDD, M. T.; KERR, B. J. **Threonine and broiler nutrition**. In: PROCEEDINGS OF THE MEETING ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1996, Fayetteville. **Proccedings...** Fayetteville: The Poultry Federation, 1996. p. 203-228.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 591 p.

LIMA, M.; SILVA, J. H. V. Efeito da relação lisina: arginina digestível sobre o desempenho de poedeiras comerciais no período de postura. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 1, n. 4, p. 118-124, 2007.

LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0,75. **Journal Applied of Poultry Research**, Savoy, v. 14, n. 2, p. 174-182, 2005.

LÖNNERDAL, B. Dietary factors influencing zinc absorption. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 1378-1383, 2000. Supplement.

MABE, I. **Efeitos da suplementação dietética com quelatos de zinco e de manganês na produção de ovos e morfologia intestinal de galinhas poedeiras**. 2001. 94 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MACARI, M. Fisiologia do sistema digestivo das aves (II). **Aves e Ovos**, São Paulo, v. 15, n. 10, p. 2-20, 1999.

MACARI, M. Mecanismo de proliferação e reparação da mucosa gastrintestinal em aves. In: SIMPÓSIO DE COCCIDIOSE E ENTERITE, 1., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: [s.n], 1995.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap.13, p. 167-173.

MARTÍNEZ, B. F.; CRUZ, A. D.; LÓPEZ, J. L.; GONZALEZ, E. A. Necesidades de lisina y aminoácidos azufrados digestibles in gallinas Legorn Blancas. **Veterinaria México**, México, v. 36, n. 2, p. 135-145, 2005.

NASCIMENTO, A. **Lisina – Aminoácido essencial para poedeiras**. Ajinomoto Biolatina Indústria e Comércio Ltda, 2003. Disponível em: <http://www.aviculturaindustria.com.br/site/dinamica.asp?tipo_tabela=cet&id=5339&categoria=nutrição>. Acesso em: 31 jul. 2008.

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

NOVAK, C.; SCHEIDELER, S. E. The combined effects of lysine and TSAA in two strains of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 102, 1998. Supplement, 1.

NOVAK, C. L.; YAKOUT, H. S.; 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**, Champaign, v. 83, p. 977-984, 2004.

NOVAK, C.; YAKOUT, H. S.; SCHEIDELER, S. E. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid: lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-line W-98 Hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 2195–2206, 2006.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceito e posição atual. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 13., 1995, Curitiba. **Palestras...** Curitiba: FACTA, 1995. p. 95-110.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 1, p. 100-105, 2003.

PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; OBA, A.; NORKUS, E. A.; KODAWARA, L. M.; LIMA, T. M. A. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista**

Portuguesa de Ciências Veterinárias, v. 98, n. 547, p. 125-134, 2003.

PENZ, A. M.; JENSEN, L. S. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high or low protein diets on egg weight and components in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2460-2466, 1991.

PROCHASKA, J. F.; CAREY, J. B. Influence of dietary lysine on egg production and liquid egg composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 186, 1993. Supplement 1. (Abstract).

PROCHASKA, J. F.; CAREY, J. B.; SHAFER, D. J. The effect of L-Lysine intake on egg composition in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 10, p. 1268-1277, 1996.

REDDY, A. B.; DWIVED, J. N.; ASHMED, A. D. Mineral chelation generates profit. **Misset-World Poultry**, Doetichen, v. 8, p. 13-15, 1992.

RIZZOLI, P. W.; SOUZA, H. R. B.; SANTOS, A. L.; RIZZO, M.; ROMBOLA, L. G. Qualidade dos ovos de poedeiras marrons alimentadas com diferentes níveis de lisina digestível. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 13., 2005, Piracicaba. **[Resumos...]** São Paulo: USP, 2005. v.1 CD ROM.

RIZZO, M. F.; DEPONTI, B. J.; SILVA, F. H.; ROMBOLA, L. G.; FARIA, D. E. F. **Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e lisina sobre o desempenho e excreção de nitrogênio de poedeiras comerciais**. Ajinomoto Biolatina Indústria e Comércio Ltda, 2004. Relatório de Pesquisa – 38. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/upload/RD_38.pdf>. Acesso em 31 jul. 2008.

ROBERT, A. A. Digestão e absorção dos carboidratos, gorduras e proteínas. In: DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 86.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. ; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (**Tabelas brasileiras para aves e suínos**). Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.

RUTHERFURD, S. M.; MOUGHAN, P. J. Development of a novel bioassay for determining the available lysine contents of foods and feedstuffs. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 20, p. 3-16, 2007.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; RECH, J. L.; RECH, C. L. S.; ROSSI, P. Impacto da utilização de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho das aves. In CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Campinas: Facta, 2005. p. 257-268.

SÁ, L. M. **Exigências nutricionais de lisina, de metionina+cistina e de treonina para galinhas no período de 34 a 50 semanas de idade**. 2005. 79 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; D'AGOSTINI, P.; NASCIF, C. C. C.; CAMPOS, A. M. A. Exigência de lisina para poedeiras leves no período de 34 a 50 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. NNR – 130, p. 1 – 5.

SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; D'AGOSTINI, P. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p.1829 - 1836, 2007.

SAKOMURA, N. K.; BASAGLIA, R.; RESENDE, K. T. Modelo para determinar as exigências de proteína para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2247-2254, 2002.

SCHEIDELER, S. E.; NOVAK, C.; SELL, J. L.; DOUGLAS, J. Hisex White Leghorn lysine requirement for optimum body weight and egg production during early lay. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p. 86, 1996. Supplement 1, (Abstracts).

SCHIMIDT, M. **Níveis nutricionais de lisina, de metionina + cistina e de treonina digestíveis para galinhas poedeiras no segundo ciclo de produção**. 2006. 101 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; NUNES, R. V.; CALDERANO, A. A. Exigência nutricional de lisina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1029-1035, 2008.

SCHUTTE, J. B.; SMINK, W. Requirement of the Laying Hen for Apparent Fecal Digestible Lysine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 5, p. 697–701, 1998.

SCHUTTE, J. B.; JONG, J. **Ideal amino acid profile for poultry**. TNO Nutrition and Food Research Institute: Department of Animal Nutrition and Physiology (ILOB). CIHEAM – Options Méditerranéennes. [2004]. p. 259-263. Disponível em: <<http://www.ressources.ciheam.org/om/pdf/c37/99600024.pdf>> Acesso em: 15 jan. 2008.

SECHINATO, A. S.; NAKADA, S.; ALBUQUERQUE, R. Efeito da suplementação dietética de microminerais orgânicos no desempenho produtivo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, p. 49, 2004. Supplement, 6.

SECHINATO, A. S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 159-166, 2006.

SILVA, J. H. V.; SANTOS, V. J.; RIBEIRO, M. L. G. Alta densidade de criação durante o segundo ciclo de postura. **Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 5, p. 1, 1999.

SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E. L. Por quê formular dietas para poedeiras com base no conceito de proteína ideal? **Revista Ave World**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 50-57, 2005.

SILVA, T. R.; JARDIM FILHO, R. M.; STRINGHINI, J. H.; NASCIMENTO, A. H.; LEANDRO, N. S. M.; CARVALHO, F. B. Influência dos níveis de lisina sobre as características internas de ovos de poedeiras comerciais – Hy –Lyne W36. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, p. 106, 2004. Supplement, 6.

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

SILVEIRA NETO, O. J.; CANEDO FILHO, V. M.; OLIVEIRA, R. R.; MATOS, M. S.; LEANDRO, N. S. M.; OLIVEIRA NETO, G. R. Níveis de lisina e treonina digestíveis sobre o desempenho de poedeiras comerciais de 25 a 44 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPF, 59. , 8 a 13 jul. 2007. Disponível em: <<http://www.servicos.sbpnet.org.br/sbpc/f59ra/senior/livroeletronico/resumos/R6559-1.html>>. Acesso em> 31 jul. 2008.

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

SAS. STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **User's guide: statistic**. 12. ed. New York: SCOTT, M.L. & Associates, 2004. 1686 p.

VALERIO, S. R.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; ALBINO, L. F. T.; LANA, G. R. Q.; GOULART, C. C.; KILL, J. L. Determinação da exigência nutricional de treonina para poedeiras leves e semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 518-524, 2000.

YAMAMOTO, A.; ISHIBASHI, T. Lysine requirements of laying hen in a practical farm. **Animal Science Technology**, Tokyo, v. 68, n. 8, p. 735-740, 1997.

YAMAUCHI, K. E.; ISHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, v. 32, p. 67-78, 1991.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVA JUNIOR, P. **Sistema de análise estatística – SANEST**, Registro na SEI no. 066060. Pelotas: [s.n.], 1982.