



**MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**LISINA DIGESTÍVEL SOBRE A PERSISTÊNCIA DA PRODUÇÃO DE OVOS EM
GALINHAS POEDEIRAS LEVES**

LADIJANE CRISTINA SANTOS PESSOA

Mestrado 2022

PPIZ - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

LADIJANE CRISTINA SANTOS PESSOA

**LISINA DIGESTÍVEL SOBRE A PERSISTÊNCIA DA PRODUÇÃO DE OVOS EM
GALINHAS POEDEIRAS LEVES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador

Prof. Dr. Claudson Oliveira Brito

SÃO CRISTOVÃO-SE
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

P475l Pessoa, Ladjane Cristina Santos.
Lisina digestível sobre a persistência da produção de ovos em galinhas poedeiras leves / Ladjane Cristina Santos Pessoa ; orientador Claudson Oliveira Brito. – São Cristóvão, SE, 2022.
41 f.; il.

Dissertação (mestrado integrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Zootecnia. 2. Galinhas. 3. Ovos. 4. Aminoácidos na nutrição animal. 5. Animais - Melhoramento genético, I. Brito, Claudson Oliveira, orient. II. Título.

CDU 636.5

LADIJANE CRISTINA SANTOS PESSOA

**LISINA DIGESTÍVEL SOBRE A PERSISTÊNCIA DA PRODUÇÃO DE OVOS EM
GALINHAS POEDEIRAS LEVES**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Sergipe como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.**

Aprovada em



Documento assinado digitalmente
GREGORIO MURILO DE OLIVEIRA JUNIOR
Data: 25/01/2023 10:00:11-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Prof. Dr. Gregório Murilo de Oliveira Júnior
(UFS-Campus São Cristóvão)**



Documento assinado digitalmente
VALDIR RIBEIRO JUNIOR
Data: 26/01/2023 21:34:52-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Prof. Dr. Valdir Ribeiro Júnior
(UFS-Campus do Sertão)**



Documento assinado digitalmente
CLAUDSON OLIVEIRA BRITO
Data: 29/01/2023 17:32:12-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Prof. Dr. Claudson Oliveira Brito
(Orientador – UFS)**

**SÃO CRISTOVÃO-SE
2022**

Dedico esta dissertação primeiramente a Deus, a minha mãe que é a minha base, a minha filha que amo muito, ao meu esposo que esteve ao meu lado todo o tempo e pelo companheirismo, aos meus irmãos, familiares, amigos e professores por todo o apoio e confiança para a realização do meu sonho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para a grande caminhada que é o mestrado;

A minha mãe Maria Therezinha pela confiança em mim depositada e, por me apoiar para as realizações dos meus sonhos, meu eterno agradecimento;

A minha filha Julia Grossmann que sempre me apoia em meus sonhos;

A meu esposo José Dias pela paciência e pelo companheirismo nesta trajetória;

Aos meus irmãos Laudemar Pessoa e Lindemberg Pessoa, por toda confiança e paciência com minha ausência durante a grande caminhada acadêmica;

As minhas amigas e colegas de turma da pós-graduação que tanto admiro, Rayanna, Tamires, Maria Ângela, Alany e Izabelle pelas conversas, momentos de estudos e diversão e por toda a ajuda durante esse mestrado;

A meu orientador Prof. Dr. Claudson por toda orientação e ajuda durante o mestrado, minha eterna gratidão;

A todos os docentes que constituem o Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia- PPIZ pelos conhecimentos repassados;

A Luiz da Secretaria por me ajudar sempre que precisei;

À Universidade Federal de Sergipe em especial o Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia, pela oportunidade e conhecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO GERAL	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Avicultura de postura e melhoramento genético.	4
2.2 Fisiologia da reprodução das aves.....	5
2.3 Ambiência na produção de ovos.	6
2.4 Nutrição e programa alimentares para aves de postura.....	7
2.5 Efeito da lisina sobre produção de ovos.....	8
2.6 Persistência, manutenção e declínio na produção de ovos em granjas.....	9
2.7 Modelos Matemáticos.....	9
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUÇÃO.....	3
MATERIAS E MÉTODOS.....	4
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	6
RESULTADOS	6
DISCUSSÕES	10
CONCLUSÃO.....	12
REFERÊNCIAS	13

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estimativa da produção constante de ovos (yP) em galinhas poedeiras leve sem função dos níveis de lisina digestíveis (Lis. dig.) 0,775, 0,825, 0,875, 0,925	8
---	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dieta experimental.....	5
Tabela 2. Estimativa dos parâmetros da equação ¹ da produção de ovos de galinhas poedeiras leves submetidas a diferentes níveis de lisina digestível.....	7
Tabela 3. Resultado do teste de hipótese para os parâmetros das equações de Grossman em função dos diferentes níveis de lisina digestível utilizados.....	12
Tabela 4. Teste de Falta de ajustamento para equação de Grossman aplicados aos dados de produção de ovos (%) de galinhas poedeiras leves em função dos níveis de lisina digestível utilizados.....	9

RESUMO GERAL

Persistência da produção de ovos é definida como o número de semanas durante as quais o nível de produção é mantido constante. Desta forma, objetivou-se com o estudo analisar qual nível de lisina digestível proporciona maior persistência da produção de ovos de galinhas poedeiras leves da linhagem Dekalb White submetidas a diferentes níveis de lisina digestível (Lis dig) de acordo com a equação proposta por Grossman. Foram utilizadas 960 galinhas de primeiro ciclo produtivo com 22 semanas de idade, sendo avaliadas durante 58 semanas. Foi adotado delineamento experimental em blocos casualizados com quatro níveis de Lis Dig (0,775; 0,825; 0,875 e 0,925% de Lys Dig), 12 repetições e 20 aves por unidade experimental. Para descrever a persistência da produção de ovos, foi utilizado o modelo proposto por Grossman, o qual tem como parâmetros os tempos de início e pico da produção de ovos ($t1$; $t2$), a persistência da produção ao longo do tempo (P), a taxa de produção de ovos (yP) e a taxa de queda da produção ao longo do tempo t (b_4). De acordo com o tempo de transição ($t1$) as aves iniciaram a produção em períodos semelhantes (24,4468), a 2,5 semanas de produção. A taxa de produção constante yP foi maior (265,3694) para as aves do tratamento com 0,875% de Lys Dig se mantendo em 93,26%. O consumo de 0,775% Dig Lys pelas aves proporcionou persistência produtiva por 36,01 semanas (32,8022), com taxa de declínio (b_4) de -0,827%/semana. O modelo de Grossman foi capaz de determinar a persistência da produção de ovos de poedeiras leves em função dos níveis de lisina digestível. O uso de níveis variados de lisina digestível modifica a persistência da produção de ovos. A suplementação de 0,875% de Lys Dig. modificou os parâmetros da equação de Grossman proporcionando os melhores resultados de produção.

Palavras-chave: Aminoácidos, Curva de produção, Exigência nutricional, Grossman, Nutrição.

ABSTRACT

Persistence of egg production is defined as the number of weeks during which the level of production is maintained constant. Thus, the aim of the study was to analyze which level of digestible lysine provides greater persistence of egg production in light laying hens of the Dekalb White lineage submitted to different levels of digestible lysine (Lys dig) according to the equation proposed by Grossman. 960 hens of the first productive cycle with 22 weeks of age were used, being evaluated during 58 weeks. An experimental design was adopted in randomized blocks with four levels of Lys Dig (0.775; 0.825; 0.875 and 0.925% of Lys Dig), 12 replications and 20 birds per experimental unit. To describe the persistence of egg production, the model proposed by Grossman was used, which has as parameters the start and peak times of egg production (t_1 ; t_2), the persistence of production over time (P), the egg production rate (yP) and the rate of fall in production over time t (b_4). According to the transition time (t_1) the birds started production in similar periods (24.4468), at 2.5 weeks of production. The constant production rate yP was higher (265.3694) for birds treated with 0.875% Lys Dig, remaining at 93.26%. The consumption of 0.775% Dig Lys by the birds provided productive persistence for 36.01 weeks (32.8022), with a decline rate (b_4) of -0.827%/week. Grossman's model was able to determine the persistence of egg production in light laying hens as a function of digestible lysine levels. The use of varying levels of digestible lysine modifies the persistence of egg production. Supplementation of 0.875% Lys Dig. modified the parameters of the Grossman equation providing the best production results.

Keywords: Amino acids, Production curve, Nutritional requirement, Grossman, Nutrition.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o sexto país em produção de ovos de galinhas no mundo, com produção de aproximadamente 48 bilhões unidades de ovos, apresentando grande importância na avicultura nacional (ABPA, 2021). Um dos motivos deste crescimento se deu pelo baixo custo dos ovos e um alimento de qualidade nutricional, visto que o ovo é rico em proteínas, vitaminas e minerais, além de um baixo teor de colesterol.

A fim de manter o crescimento na produção de ovos e seu consumo, os geneticistas têm procurado aves com maior produtividade, maior persistência da produção, segurança alimentar, possibilitando a produção dos ovos (OLIVEIRA *et al.*, 2020) a baixo custo (FREITAS *et al.*, 2011).

As estimativas e análises das características que levam a maior persistência podem ser utilizadas para selecionar aves de melhor desempenho, direcionar acasalamentos selecionando melhores características e adequar os manejos nutricionais e ambientais, buscando a maior produtividade (NARINC *et al.*, 2014). No entanto, fatores nutricionais tem grande influência sobre a produção de ovos, logo deve haver o ajuste das exigências nutricionais (SARAVAM, 2021).

A lisina participa da síntese proteica, bem como pode afetar o pico de produção de ovos. Nesse contexto, com os avanços nos programas de seleção genética de poedeiras comerciais se torna necessário a revisão dos requerimentos nutricionais destas aves a fim de manter o pico de postura a percentuais superiores a 90% (JORDÃO FILHO *et al.*, 2006).

O nível de lisina é importante para a nutrição de aves (SILVA *et al.*, 2015), uma vez que a lisina apresenta relação aminoacídica com os demais aminoácidos, afetando o desenvolvimento corporal das poedeiras, bem como a massa muscular. Além disso, o fornecimento de aminoácidos em proporções adequadas durante essa fase de produção é essencial para expressar a maior manutenção corporal das poedeiras, como a formação de massa muscular (CASTRO *et al.*, 2018). Para aves de postura, o fornecimento inadequado da lisina e de outros aminoácidos pode levar a má conformação da carcaça, que pode acarretar em redução do peso corporal e possível atraso na maturidade sexual (CASTRO *et al.*, 2018), fato que irá afetar a qualidade dos ovos produzidos, como também a persistência da produção (BARBOSA *et al.*, 2007).

Associado a isso, as galinhas poedeiras podem exibir deferentes curvas de produção de ovos devido as diferenças na persistência produtiva (WOLC *et al.*, 2011). Entende-se

como persistência como o número de semanas durante as quais uma ave ou lote mantém a produção de ovos constante até início da queda da produção (GROSSMAN *et al.*, 2000).

Portanto, através do conhecimento da persistência de produção pode-se adequar as técnicas de alimentação e manejo, descarte e seleção das aves de acordo com um padrão desejável, pré-estabelecido em função da capacidade de produção. Além disso, a descrição das curvas de produção de ovos colabora com a eficiência de uma granja, pois permite determinar o fluxo de produção (SANTOS *et al.*, 2018).

O estudo da curva de produção de ovos pode ser realizado através de diferentes métodos de análises, como as medidas repetidas no tempo (dados longitudinais) (ANANG *et al.*, 2000), funções lineares (AL-SAMARAI *et al.*, 2008) ou não lineares (GROSSMAN *et al.*, 2000), modelos de repetibilidade (WOLC *et al.*, 2007) e análises multi-características (PIRES *et al.*, 2009). As características de cada curva podem ser descritas pelos seus parâmetros e os mesmos, conseguem ser comparadas entre uma curva e outra, para determinar o efeito dos tratamentos na produção de ovos (CRUZ *et al.*, 2013).

O modelo proposto por Grossman *et al.*, (2000), descreve a persistência da produção de ovos em semanas, com o propósito de ser utilizada como critério de seleção para melhorar a produção total de ovos produzidas por galinhas poedeiras.

Portanto, a pesquisa objetivou-se analisar qual nível de lisina digestível proporciona maior persistência da produção de ovos de acordo com a equação proposta por GROSSMAN *et al.*, (2000).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Avicultura de postura e melhoramento genético.

As galinhas de postura são aquelas destinadas à produção de ovos, os quais são um alimento considerado de grande valor nutricional, podendo ter sua produção influenciada por vários fatores como entre eles: manejo, iluminação, temperatura e alimentação.

Segundo o IBGE 2019, o estado de Pernambuco é o maior produtor de ovos do Nordeste, na qual produziram 214,930 mil dúzias de ovos que corresponde a 30% da produção das regiões nordeste e norte, fazendo com que se mantenha entre os quatros estados com maior produção de ovos para o consumo, totalizando 61,6% do total da produção nacional. O principal destino da produção de ovos brasileira é o mercado interno, que detém 99,5% da produção, estimando um consumo médio de 251 ovos per capita por

habitante (OLIVEIRA *et al.*, 2020), sinalizando um aumento no consumo em relação a anos anteriores.

O ovo é um alimento com alto valor nutricional e de fácil digestão e absorção, sendo considerada pela Organização Mundial de Saúde – OMS como um alimento completo por conter proteínas de elevado valor biológico (ALBINO *et al.*, 2017). O ovo é capaz de suprir as necessidades diárias proteica e ainda apresenta baixo custo e ótima aceitabilidade pela população (ABPA, 2021). O crescimento na produção de ovos não se deve somente pelo crescimento no alojamento, mas também ao melhoramento genético que vem tornando as aves mais produtivas (BRUMANO *et al.*, 2010).

As aves poedeiras comerciais passam por contínuo avanços genéticos, tornando-se cada vez mais precoces e alcançando altos picos de produção, necessitando de atualizações constantes referentes às necessidades nutricionais das aves para garantir o máximo desempenho produtivo, mantendo a produção de massa de ovo e à persistência das aves ((BREGENDAHL *et al.*, 2008; BRUMANO *et al.*, 2010; KUMOR *et al.*, 2018). Uma ave com maior persistência de produção na postura, permite o pico de postura mais prolongado (PINTADO, 2013).

Em um programa de melhoramento genético devem ser considerados as características economicamente importantes associados diretamente a produção de ovos como o peso do ovo, idade da maturidade sexual, peso corporal, fertilidade, eclobilidade e taxa de nascimento, como também as características relacionadas a qualidade do ovo como tamanho e razão altura/largura (LOPES *et al.*, 2011). E número de ovos produzidos por uma galinha poedeira, sendo um dos grandes objetivos de um programa de melhoramento genético da produção (PINTADO 2013).

2.2 Fisiologia da reprodução das aves

O aparelho genital da galinha é composto por um ovário e um oviduto localizado ao lado esquerdo da cavidade abdominal da ave. O ovário tem a função celular e endócrina e libera o óvulo em intervalo médio de 6 horas. Os óvulos são organizados dentro de uma hierarquia, esse controle hierárquico folicular permite a ovulação diária (RUTZ *et al.*, 2007).

O oviduto é separado anatomicamente em cinco partes, constituído de infundíbulo, magno, istmo, útero e vagina. No infundíbulo, ocorre a captação do óvulo logo após sua liberação pelo ovário e é o local da fertilização, caso contenha espermatozoides. O magno

é a região responsável pela secreção de albúmen e é a parte mais longa do oviduto. O istmo é a região mais curta, onde se forma as membranas da casca. O útero ou glândula da casca do ovo, é um órgão muscular e secretório, onde o fluido é adicionado ao ovo e ocorre a formação da casca do ovo e deposição da cutícula. A vagina serve de passagem do ovo do útero até a cloaca. Na região útero-vagina estão localizadas as glândulas hospedeiras de espermatozoides, local onde ficam armazenados no momento da monta e depois se deslocam em vias ascendentes em direção ao infundíbulo (RUTZ *et al.*, 2007).

A deficiência ou o excesso de pelo menos um nutriente pode afetar a produção de ovos de galinhas poedeiras, por esse motivo adota-se o conceito de proteínas ideal, sendo capaz de fornecer sem excesso ou falta aminoácidos necessários para o desempenho desejado para o desempenho produtivo (ROCHA, 2009). A lisina tem grande importância na formulação da ração de aves poedeiras, sendo o segundo aminoácido limitante em dietas de aves a base de milho e farelo de soja (KIDD *et al.*, 2013).

Além disso, o aumento da lisina na formulação da ração demonstrou melhorar a produção de ovos, como também exercer papel fundamental sobre o rendimento e a qualidade interna do ovo (KAKHKI *et al.*, 2016). O ovo contém 12% de proteína bruta e 42% da gema, 55% do albúmen e 3% da casca são proteínas e possuem perfil aminoacídica deferentes (LEESON E SUMMERS, 2005).

2.3 Ambiência na produção de ovos.

A capacidade reprodutiva da aves é definida pela carga genética e por fatores ambientais como instalações, programa de luz, nutrição e manejo, que por sua vez influenciam a capacidade de atingir sua eficiência reprodutiva. Para alcançar o desempenho reprodutivo máximo é necessário o conhecimento de fatores que influencie a maturidade sexual, ovulação, fertilização, formação do ovo e oviposição (RUTZ *et al.*, 2007).

A iluminação é uma ferramenta comumente aplicada para retardar ou estimular a síntese de óvulos, pois os níveis circulantes do hormônio luteinizante (LH) e do hormônio folículo estimulante (FSH) podem aumentar ou reduzir em função da exposição ao fotoperíodo (JÁCOME *et al.*, 2014). A luz tem um papel importante no desempenho de lotes de poedeiras e pode produzir efeito no tamanho dos ovos produzidos como na persistência do pico de postura. O fornecimento adequado do regime luminoso pode alterar o desempenho produtivos de poedeiras, assim como retardar ou antecipar a postura,

influenciar o seu intervalo, alterar a qualidade da casca do ovo e seu tamanho (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

As aves têm uma habilidade na troca térmica com o ambiente quando um galpão utilizados na avicultura não é termicamente isolado, elevadas temperatura e umidades externas são transferidas para o interior dos galpão, podendo provocar altos índices de mortalidade, além de prejudicar o seu desempenho produtivo e consequentemente resultar em uma baixa qualidade do ovo (COSTA *et al.*, 2012).

O sistema convencional de produção de aves de postura e a predominância de temperaturas elevadas no Brasil, frequentemente acima da zona de conforto dificulta a troca de calor corporal com o ambiente e predispõe as aves ao estresse por calor afetando significativamente seu desempenho produtivo (PASTORE *et al.*, 2014). O estresse causado por altas temperaturas resulta em diminuição no consumo de ração, refletindo na queda da produção, peso do ovo e qualidade da casca do ovo (AL-SAFFAR, 2009). Podendo resultar em grandes perdas econômicas e alta mortalidade.

Desta forma, é possível deduzir que a exigência nutricional das aves submetidas ao estresse por calor seja diferente daquelas em condições de temperaturas adequadas. Por isso, existe a necessidade de definir as exigências nutricionais para as aves de (COSTA *et al.*, 2012).

2.4 Nutrição e programa alimentares para aves de postura.

A nutrição animal está em constante desenvolvimento e transformação, na qual diversas pesquisas buscam adequar as exigências nutricionais de cada espécie, buscando formular dietas mais ricas em proteínas, (BITTENCOUT *et al.*, 2021). As aves têm exigências nutricionais conforme o sexo, raça, condições sanitárias, fase de produção e finalidade comercial (BARBOSA, 2007). Para elaborar uma dieta é comum se basear nas recomendações das tabelas de exigências nutricionais, a tabela de exigência nutricional mais utilizada no Brasil para aves de postura é a Tabela Brasileira de Aves e Suínos proposta por (ROSTAGNO *et al.* 2017) e/ou são elaborados planos nutricionais com os dados desta tabela e de acordo com os manuais de alimentação e manejo das linhagens comerciais.

As proteínas vegetais constituem cerca de 30% da dieta total das aves, a maior parte do suplemento de proteínas vegetal é a farelo de soja. Pesquisadores relatam que a maioria das fontes de proteínas é deficiente em um ou mais aminoácidos, como metionina, lisina e

treonina (ADEYEMO *et al.* 2012), por este motivo, que apenas um suplemento de proteína não pode ser usado como única fonte de proteína na ração de poedeiras. Desse modo, uma dieta balanceada deve ser formulada para cada estágio da vida da ave, podendo ser formulada ração com uma combinação de aminoácidos necessários para uma boa produção de ovos (JAIN *et al.*, 2018).

A proteína representa as parcelas mais onerosas entre outros custos em uma criação de aves. Sendo necessário formular dietas que sejam mais eficazes e adequadas para atender as necessidades nutricionais dos animais sem comprometer seu desempenho (SANTOS *et al.*, 2014). A função da proteína dietética é fornecer aminoácidos para a manutenção, desenvolvimento muscular e síntese de proteína do ovo. A síntese da proteína do ovo requer um fornecimento de 20 aminoácidos, todos eles são requisitos fisiológicos. Dez desses não são sintetizados ou são muito lentamente para atenderem as necessidades metabólicas e são designados como elementos essenciais da dieta. Estes necessitam ser fornecidos na dieta. Os aminoácidos essenciais para as aves são lisina, metionina, treonina, triptofano, isoleucina, leucina, histidina, valina, fenilalanina e arginina. Dos dez aminoácidos essenciais a lisina, metionina e treonina são os mais limitantes na maioria das dietas de aves (RAVINDRAN, 2013).

2.5 Efeito da lisina sobre produção de ovos.

Os aminoácidos ingeridos na dieta são absorvidos no intestino e utilizados em diversas funções, sendo o excesso catabolizado pelo fígado para formar energia e o nitrogênio excretado pelos rins. Dentre eles, a lisina é considerada o segundo aminoácido limitante para as aves, o qual é essencial para manutenção, crescimento, massa do ovo e produção (ROCHA *et al.*, 2009). A lisina tem um papel fundamental sobre o rendimento e qualidade interna do ovo (GERALDO ADRIANO, 2006).

Dada a importância da lisina para produção de ovos é o aminoácido de referência na proteína ideal. Desta forma, a estimativa da exigência de lisina para poedeiras é ponto fundamental na formulação de rações, dietas formuladas com base na proteína ideal e adequado ajuste de lisina promove maior eficiência na produção de ovos e maior economicidade (SILVA *et al.*, 2015). Portanto, é necessário determinar com precisão a exigência de lisina para as galinhas poedeiras, durante diferentes períodos de produção para alcançar o máximo de sua eficiência produtiva (SPANGLER *et al.*, 2019).

2.6 Persistência, manutenção e declínio na produção de ovos em granjas.

A persistência de produção de ovos é um fator muito importante para a produção de ovos, já que as aves podem apresentar uma mesma produção total de ovos, entretanto, podem exibir curvas diferentes de produção, devido a diferença na persistência. Galinha com curva de produção de ovos mais constante em determinado tempo é considerada mais persistente do que as com curvas que diminuem rapidamente após o pico de produção. Esta queda de produção que inicia após um período de persistência é denominada de taxa de declínio da produção, que pode variar com diferentes taxas de declínio conforme tratamentos realizados (GROSSMAN *et al.*, 2000).

Uma galinha poedeira utiliza a energia e os nutrientes da dieta para manutenção e produção de ovos, portanto a qualidade da dieta e uma formulação bem ajustada apresentam grande importância para uma produção eficiente e como redução no custo de produção (ARAÚJO *et al.*, 2018).

2.7 Modelos Matemáticos

FIALHO E LEDUR, (1997) desenvolveram um modelo matemático conhecido como Polinômio Segmentado, o qual estimar a curva de produção de ovos dividida em três seguimentos: antes da maturidade sexual, onde a produção era igual a zero, entre o início da postura e o pico de produção e o terceiro seguimento após o pico de produção (equação 1). Onde x é igual a idade galinha / semana, x_0 é a idade da produção de ovos inicial, o x_p o pico de produção de ovos, a e b são constantes. Este modelo matemático estima os parâmetros com fácil interpretação e uso prático para o entendimento dos produtores, sendo testado e comparado com outros modelos existentes. Este modelo está descrito em um comunicado Técnico da Embrapa Suíno e Aves (FIALHO E LUDER, 2000)

O modelo linear spline é uma função composta contínua que consiste em uma série de equações lineares, podendo ser utilizada como alternativa para polinômios, usado para modelar o crescimento ou produção de ovos com a série de modelos lineares, onde o processo de produção é considerado como a soma dos períodos de produção (AGGREY, 2002).

Os Modelos matemáticos podem ser utilizados para descrever curva de produção de ovos para um lote ou para um indivíduo, como também para estimar a produção total de ovos a partir da produção parcial ou para prever o declínio pós pico de produção (GROSSMAN E KOOPS, 2001). A curva de produção de ovos é representada por quatro linhas de interseções b_1 , b_2 , b_3 e b_4 , são inclinações das linhas retas que se cruzam, t_1 , t_2 , t_3

e t_4 , que por sua vez representam o tempo de transição entre as inclinações de uma inclinação para a próxima, o y_t é a produção no tempo t e o y_p nível de produção constante (GROSSMAN *et al.*, 2000).

O modelo matemático desenvolvido por (GROSSMAN *et al.*, 2000), tem como finalidade descrever uma curva de produção de ovos, que inclua uma nova medida de persistência em termos de duração de tempo ou que permita que a medida de persistência seja derivada dos parâmetros do modelo. Esses parâmetros medem diretamente as características biológicas importantes de uma curva, que pode ser usado como critério de seleção para melhorar a produção total de ovos.

Durante as primeiras oitava a nona semanas de produção de ovos, a curva para um lote aumenta rapidamente e depois diminui em uma taxa constante até o final do período de produção, porém para um indivíduo nas primeiras duas semanas aumentam rapidamente e se mantém constante por um período e depois diminui lentamente até o final da produção. Uma galinha com curva de produção de ovos mais constante é considerada mais persistente do que a aquela que diminui rapidamente sua produção após o pico de produção (GROSSMAN *et al.*, 2000).

GROSSMAN *et al.*, (2000), define persistência da produção de ovos como o número de semanas durante as quais o nível de produção de ovos é mantido constante. Desta forma, para descrever uma curva de produção de ovos para um grupo de aves (Equação 2) foi necessário desenvolver um modelo ou equação que além de outras variáveis contemplassem descrever curva de persistência e produção de ovos (Equação 3).

Equação2: Modelo matemático para descrever uma curva de produção de ovos para um grupo de aves.

$$y_t = r \left(\frac{y_p}{t_2 - t_1} \right) \left[\text{Ln} \frac{\left(e^{\frac{t}{r}} + e^{\frac{t_1}{r}} \right)}{1 + e^{t_1/r}} - \text{Ln} \frac{\left(e^{\frac{t}{r}} + e^{\frac{t_2}{r}} \right)}{1 + e^{\frac{t_2}{r}}} \right. \\ \left. + r b_4 \text{Ln} \frac{\left(e^{\frac{t}{r}} + e^{(t_2+P)/r} \right)}{1 + e^{(t_2+P)/r}} \right]$$

Equação3: Modelo de Persistência de Produção de Ovos.

$$y_t = \left(\frac{y_{t1}}{t_1} \right) t + r_1 \left(\frac{y_p - y_{t1}}{t_2 - t_1} - \frac{y_{t1}}{t_1} \right) \text{Ln} \left(\frac{e^{t/r_1} + e^{t_1/r_1}}{1 + e^{t_1/r_1}} \right) \\ - r_2 \left(\frac{y_p - y_{t1}}{t_2 - t_1} \right) \text{Ln} \left(\frac{e^{t/r_2} + e^{t_2/r_2}}{1 + e^{t_2/r_2}} \right) + r_3 b_4 \text{Ln} \left(\frac{e^{t/r_3} + e^{(t_2+P)/r_3}}{1 + e^{(t_2+P)/r_3}} \right)$$

Onde y_t = produção de ovos no tempo t ; t_1 e t_2 = tempos de transição entre início da produção (t_1) semanas e tempo que atinge o pico da produção de ovos (t_2) semanas; r = duração da transição, y_p = taxa de produção de ovos %, b_4 = taxa de declínio na produção % / semanas e P = Persistência de produção semanas, $\ln$ = logaritmo natural. Esses parâmetros medem diretamente as características biológicas importantes de uma curva de produção de ovos (GROSSMAN, *et al.*, 2000).

Para que o modelo de persistência da produção de ovos reduzida seja estimado, serão necessário informações como totais de uma semana ou até mesmo duas ou quatro semanas para todos os parâmetros, de modo que nem todos os parâmetros podem ser estimados devido à falta de observações em torno dos pontos de transição de uma inclinação para outra. Portanto o número de parâmetros no modelo de persistência da produção de ovos reduzida, deve ser reduzida para reter apenas aqueles parâmetros que denotem características biológicas importantes de uma curva de produção de ovos, que são: tempo de transição t_1 e t_2 ; Produção de ovos y_p ; velocidade de declínio b_4 ; persistência da produção de ovos (GROSSMAN, *et al.*, 2000).

As durações de transições r_1 , r_2 , r_3 são expressas na mesma escala como variável de tempo t e função para padronizar t . para a distribuição logística, $r_i = \sigma_i \sqrt{3} / \pi$, onde σ_i é o desvio padrão da distribuição ($i = 1, 2, 3$) (GROSSMAN, *et al.*, 2000).

Equação3: Modelo de Persistência Produção de Ovos Reduzida.

$$y_t = r \left(\frac{y_p}{t_2 - t_1} \right) \left[\ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{t_1/r}}{1 + e^{t_1/r}} \right) - \ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{t_2/r}}{1 + e^{t_2/r}} \right) \right] + r b_4 \ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{(t_2+P)/r}}{1 + e^{(t_2+P)/r}} \right)$$

A estimativa da produção total de ovos y_T é estimada por a aproximação da produção total de ovos. Onde diminui a medida que o intervalo aumenta. Produção total de ovos é calculada através da equação 4.

Equação 4: estimativa da produção total de ovos

$$y_T = \frac{1}{2} \left[(2t_4 - t_1 - t_2)y_p + b_4(P + t_2 - t_4) \right] / 100$$

Para obter o número total de ovos de um lote, é necessário expressar em porcentagem semana de produção de ovos de poedeiras, convertendo cada porcentagem em número de ovos, assumindo no máximo de sete ovos semanal.

REFERÊNCIAS

- ADEYEMO, G. O.; ABIOYE, S. A.; ADEREMI, F.A. The effect of varied dietary protein levels with balanced amino acids on performance and egg quality characteristics of layers at first laying phase. **Food and Nutrition Sciences**, 3: 526-529,2012.
- AGGREY, S.E. Comparison of Three Nonlinear and Spline Regression Models for Describing Chicken Growth Curves. **Poultry Science**, 81:1782-1788, 2002.
- ANANG, A.; MIELENZ, N.; SCHÜLER, L. Monthly model for genetic evaluation of laying hens II. Random regression. **British Poultry Science**, 43(3): 384-390, 2002.
- ANANG, A.; MIELENZ, N.; SCHULER, L. Genetic and phenotypic Parameters for Monthly egg production in White Leghorn hens. **Journal of animal Breeding and Genetics**, 117(6): 407-415, 2000.
- AL-SAMARAI, F.R.; AL-KASSIE, G.A.; AL-NEDAWI, A.M.; AL-SOUDI, K.A.A. Prediction of total egg production from partial or cumulative egg production in a stock of white leghorn hens in Iraq. **Internacional Journal Poultry Science**, 7(9), p.890-893, 2008.
- AL-SAFFAR, A. The interaction of dietary lysine and temperature on the reproductive performance of broiler breeders. In: 2nd MEDITERRAEAN SUMMIT OF WPSA, Antalya. Proceeding. Antalya: **World Poultry Science Association**, 143-147,2009.
- ALBINO, L.F.T.; CARVALHO, B.R.; MAIA, R.C.; BARROS, V.R.S.M. Galinhas poedeiras: criação e alimentação. Viçosa, MG: **Aprenda Fácil**, 376p, 2017.
- ANDERSON, K.E.; HAVENSTEIN, G.B.; JENKINS, P.K.; OSBORNE, J. Changes in commercial laying stock performance, 1958–2011: thirty-seven flocks of the North Carolina random sample and subsequent layer performance and management tests. **World's Poultry Science Journal**, 69: 489–514, 2013.
- ARAÚJO, S. V. S.; REIS, T. L.; QUINTERO, J, C. P.; DIAS, A. N.; FRANÇA, I. F.; CALIXTO, L. F. L. Desempenho e qualidade dos ovos de galinhas semipesadas alimentadas com rações formuladas com duas exigências nutricionais diferentes. **55ª reunião anual da sociedade Brasileira de zootecnia**, 2018.
- ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, **Relatório Anual 2021**.2021.

BARBOSA, Firmino José Vieira, et al. "Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras." Embrapa Meio-Norte-Sistema de Produção. **INFOTECA-E**, 2007.

BITTENCOUT, T. M.; VALENTIM, J. K.; LIMA, H. J.; GOBIRA, G. A.; FERREIRA, A.; RODRIGUES, R. F. M.; ALMEIDA, G. R.; SILVA, N. E. M. Proteína na nutrição de não ruminantes. **Ensaio e Ciência**, 25(3): 268-274, 2021.

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S. A.; KERR, B.; HOEHLER, D. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cysteine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, 87: 744-758, 2008.

BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; ROCHA, T. C.; MELLO, H. C. Níveis de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(9): 1984-1992, 2010.

COSTA, E.M.S.; DOURADO, L.R.B. E.; MERVAL, R.R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **PUBVET**, Londrina, 6(31):1450-1454, 2012.

CRUZ, V. A. R.; PIRES, A. V.; TORRES FILHO, R. A.; PEREIRA, I. G.; ARACAJU, C. V.; MEIRA, C. T. Parâmetros genéticos da curva de produção de ovos uma linha fêmea de frango de corte. **Ciência**, 43(3): 520-523, 2013.

FIALHO, F. B.; LEDUR, M. C. Segmented polynomial model for estimation of egg production curves in laying hens. **British Poultry Science**, 38: 66–73, 1997.

FIALHO, F. B.; LEDUR, M. C. Modelo matemático para curva de produção de ovos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. **Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico**, 256: 1-3 .2000.

FIALHO, F.B.; LEDUR, M.C.; AVILA, V.S. Método para comparar curva de produção de ovos usando um modelo matemático. **Embrapa Suínos e Aves Relatório Técnico**, 293: 1-4, 2001

FREITAS, L. W.; PAZ, I. C. de L. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; SENO, L. O.; FELIX, G. A.; LIMA, N. D. S.; FERREIRA, V. M. O. S.; CAVICHIOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista agrarian**, 4(11): 66–72, 2011.

GERALDO, A. **Aminoácidos Sulfurados, Lisina e Treonina digestíveis para poedeiras comerciais em pico de produção**, Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais-Lavras, MG UFL. 106p, 2006.

GROSSMAN, M.; GROSSMAN, T. N.; KOOPS, W.J. A model for persistency of egg production. **Poultry Science**, 70:1715-1724, 2000.

GROSSMAN, M.; KOOPS, W.J. A Model for Individual Egg Production in Chickens. **Poultry Science**, 80: 859–867, 2001.

JÁCOME, I. M. C. D.; ROSSI, L. A.; BORELLE, R. Influence of artificial lighting on the performance and egg quality of commercial layers: a review. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 16(4): 337-344, 2014.

JAIN, D.; BEGHEL, R. P. S.; NAYAK, S.; KHAR, A. Performance of laying berds offered diets containuig diferente energy and protein levels with suplementany methionine and lysine. **Journal of Eentamology and Zoology Studies**, 6(3):1593-1595, 2018.

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**, 35(4):1728-1734, 2006.

KAKHKI, A.M. R. A.; GOLIAN, E. H.; ZARGHI, H. Effect of digestible methionine + cystine concentration on performance, egg quality and blood metabolites in laying hens. **Journal British Poultry Science**, 57(3):403-414, 2016.

KIDD, M. T.; TILLMAW, P. B.; WALDROUP, P. W.; HOLDER, W. Feed-grade amino acid use in the United States: The synergetic inclusion history with linear programming. **Journal of Applied Poultry Research**, 22(3): 583-590, 2012.

KUMAR, D.; RAGINSKI C.; SCHWEAN-LARDNER K.; CLASSEN, H. L. Assessing the performance response of laying hens to intake levels of digestible balanced protein from 27 to 66 wk of age. **Canadian Journal of Animal Science**, 98(4), 2018.

KUMARI, K.N.R.; REDDY, V. R.; PREETHAM, V. C.; KUMAR, D. S.; SEN, A. R.; RAO, V. S. R. Effect of supplementation of crystalline lysine on the performance of WL layers in tropics during summer. **Tropical Animal Health and Production**, 48: 705-710, 2016.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Commercial poultry production. 3.ed. Guelph: **University Books**, 2005. 398p.

LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; LIMA, J. R.; VIANA NETO, J. L.; BEZERRA, R. M.; LIMA, R. C. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40: 2431–2438, 2011.

NARINC, D.; UCKARDES, F.; ASLAN, E. Egg production curve analyses in poultry science. **World's Poultry Science Journal**, 70(4): 817-828, 2014.

OLIVEIRA, H. F.; CARVALHO, D. P.; IMAR, M.G.; REZENDE, P.M.; CAMARGO, S. M. P.; SOUTO, C. N.; OLIVEIRA, S. B.; Fatores intrínsecos a poedeiras comerciais que afetam a qualidade físico-química dos ovos. **Pubvet**, 14(3):529, p.1-11, 2020.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W. P.; BONAPARTE, T. P. Interação exigência de lisina digestível com ambiente térmico para poedeiras em produção. **Revista eletrônica nutritime**, 11(3): 3410-3429, 2014.

PEGURI, A.; COON C. Effect of temperature and dietary energy on layer performance. **Poultry Science**, 70:126-138, 1991.

PINTADO, D. C. Jaulas enriquecidas vs convecionales - primeras experiencias – Lohmann, 2013.

PIRES, A. V.; CARNEIRO, P. L. S.; TORRES FILHO, R. A.; FONSECA, R.; TORRES, R. A.; EUCLYDES, R. F.; LOPES, P. S.; BARBOSA, L. Estudo da divergência genética entre seis linhas de aves Legorne utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileira de Medicina Veteriária e Zootecnia**. 54(3): 314-319, 2009.

RAVINDRAN, V. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, 22(3): 628-636, 2013.

ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38:1726-1731, 2009.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; EUCLIDES, R. F. Tabelas brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. **Universidade Federal de Viçosa**, 2011.252p

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4.ed. Viçosa: **Universidade Federal de Viçosa**, 2017. 488p.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E. G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 31(3):307-317, 2007.

SANTOS, T.A.; GERALDO, A.; MACHADO, L.C.; PELICIA, K.; SIMAO, S, D.; FILHO, J.A.V. Digestible lysine levels for laying hens and their effects on egg quality. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**,36: 41-47, 2014

SANTOS, H.B.; VIEIRA, D.A.; SOUZA, L.P.; SANTOS, A.L.; SANTOS, F.R.; NETO, F.A. Application of non-linear mixed models for modelling the quail growth curve for meat and laying. **The Journal of Agricultural Science**,156(10): 1216-1221, 2018.

SAVARAM, V. R. R.; PAUL, S.S; MANTINA, V. L. N.; DEVANABOYINA, N.; BHUKYA, P. Graded concentration of digestible lysine on performance of white leghorn laying hens fed sub-optimal levels of protein. **Animal Bioscience**, 34 (5): 886-894, 2021.

SILVA, E. P.; MALHEIROS, E. B.; SAKOMURA, N. K.; VENTURINI, K. S.; HAUSCHILD, L.; DORIGAM, J.C.P.; FERNANDES, J. B.K. Lysine requirements of laying hens. **Livestock Science**,173:69–77, 2015.

SPANGLER, H.; UTTERBACK, P.; PARSONS, C. M.; TILLMAN P. Determining the digestible lysine requirement of 22- to 47-week-old Lohmann laying hens using an increasing protein titration methodology. **Poultry Science**,98: 1706–1715,2019.

UBA. Protocolo de boas práticas de produção de ovos. União Brasileira de Avicultura, 2008.

WOLC, A.; ARANGO, J.; SETTAR, P.; O'SULLIVAN, N.P.; DEKKERS, J.C. Evaluation of egg production in layers using random regression models, **Poultry science**, 90(1):30-34, 2011.

CAPÍTULO I

Estimativa da persistência de produção de ovos em galinhas poedeiras leves alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível.

*Artigo redigido sob as diretrizes do periódico científico “*Spanish Journal of Agricultural Research (SJAR)*”

Estimativa da persistência de produção de ovos em galinhas poedeiras leves alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível.

Resumo

Objetivou-se com o estudo analisar qual nível de lisina digestível proporciona maior persistência da produção de ovos em galinhas poedeiras leves submetidas a dietas com diferentes níveis de lisina digestível (Lys Dig) utilizando a equação matemática proposta por GROSSMAN. Determinar qual nível de lisina digestível proporciona melhor persistência da produção de ovos.

Área do Estudo: São Cristovão, Sergipe, Brazil.

Materiais e Métodos: Foram utilizadas 960 galinhas poedeiras leves de 16 a 80 semanas de idade, totalizando 58 semanas experimentais. Foi adotado delineamento experimental em blocos casualizados com quatro tratamentos (0,775; 0,825; 0,875 e 0,925% de Lys Dig), 12 repetições e 20 aves por unidade experimental. Para descrever a persistência da produção de ovos, das aves de primeiro ciclo produtivo, foi utilizado o modelo de Grossman (2000).

Principais Resultados: O tempo de transição (t_1) demonstrou que as aves iniciaram a produção em períodos semelhantes (2,5 semanas de produção) para todos os níveis Lys Dig avaliados. Dietas com 0,775% Lys Dig. proporcionaram persistência produtiva (36,01 semanas), com taxa de declínio (b_4) de (-0,827%/semana) e taxa de produção constante y_p de 91,3%, totalizando 372 ovos, assim como os demais tratamentos. O nível de Lys Dig. de 0,875% proporcionou menor persistência (27,24 semanas) com menor taxa de declínio (-0,566) e percentual de produção de ovos satisfatório de (93,1%), totalizando 374 ovos, assim como os demais tratamentos.

Destaques da Pesquisa: O uso do modelo de Grossman foi capaz de determinar a persistência de produção de ovos de poedeiras leves em função dos níveis de lisina digestível. O uso de níveis variados de lisina digestível modifica a persistência da produção de ovos. A suplementação de 0,875% de lisina digestível modifica os parâmetros da equação de Grossman proporcionando os melhores resultados de produção.

Palavras-chave adicionais: Aminoácidos, Avicultura, Curva de produção, Equações de predição, Declínio de produção.

Abreviaturas usadas: Lys Dig (lisina digestível); y_t (produção de ovos no tempo); t (tempos da transição) y_P (constante da taxa de produção de ovos); b_4 (taxa de declínio na produção de ovos); P (persistência de produção de ovos).

INTRODUÇÃO

A produção de ovos é uma característica de grande importância econômica na avicultura comercial. A estimativa e análise desta característica pode ser utilizada para selecionar aves de melhor desempenho, direcionar acasalamentos e adequar os manejos nutricionais e ambientais, buscando a maior produtividade (NARINC et al., 2014). Associado a isso, a persistência da produção de ovos é um fator relevante para a produção total de ovos, uma vez que galinhas poedeiras podem apresentar a mesma taxa de postura e de produção total, mas em tempos diferentes, o que pode indicar diferentes curvas de produções de ovos devido a diferentes persistências produtiva (WOLC et al., 2011).

O estudo da curva de produção de ovos pode ser realizado através de diferentes métodos de análises como os modelos de repetibilidade (WOLC et al., 2007), uso das funções lineares (AL-SAMARAI et al., 2008) ou não lineares (GROSSMAN et al., 2000). Pouco são os modelos que usam a persistência da produção de ovos como parâmetro de avaliação, sendo definida por GROSSMAN et al. (2000), como o número de semanas em que a produção de ovos é mantida constante e, em função disto, permitiria adequar o manejo alimentar e nutricional visando maior produtividade, principalmente para conhecer a persistência de produção de ovos durante o tempo que se mantém persistente.

Dentre os fatores que podem afetar a persistência e a produção total de ovos, temos os nutricionais, que ajustados permitem maior produção. JORDÃO FILHO et al. (2006), demonstraram que após o pico da produção de ovos, fase em que o percentual da postura é superior a 90%, ocorre provavelmente aumento da demanda de nutrientes, principalmente a de aminoácidos. Portanto, o ajuste da lisina para a cada fase, que

juntamente com a metionina e demais aminoácidos dentro da proteína ideal, são primordiais para a síntese proteica na massa do ovo.

Neste contexto, buscando modelar o consumo de lisina poedeiras Dekalb a fim de se obter maior produtividade e rentabilidade SILVA *et al.* (2015), determinaram que entre 37 e 48 semanas de idade as poedeiras demandam diferentes consumo de lisina

Assim, diante do contexto, objetivou-se determinar a persistência da produção de ovos em galinhas poedeiras leves submetidas a diferentes níveis de lisina digestível, usando como ferramenta a equação matemática proposta por GROSSMAN, *et al.* (2000), indicar se diferentes níveis de lisina digestível alteraram a curva de produção de ovos.

MATERIAS E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa granja de produção de ovos comerciais, localizado no município de São Cristóvão SE, Brasil.

Neste estudo foram utilizadas 960 galinhas poedeiras leves da linhagem Dekalb White com 16 semanas de idade e de primeiro ciclo produtivo. As aves foram analisadas por 58 semanas experimentais. Na fase pré experimental e experimental as aves foram criadas em gaiolas conforme a recomendação do manual da linhagem e alojadas em galpão convencional, a uma temperatura máxima 30,8°C e mínima 26,5°C. No início da fase experimental, em função produção de ovos, as aves foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e 12 repetições com 20 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram representados por quatro níveis dietéticos de lisina digestível.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais para cada fase de produção, conforme as recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2011), exceto em relação à lisina digestível que foi de 0,775; 0,825; 0,875 e 0,925% (Tabela 1). As relações entre metionina+cistina e treonina digestível/lisina digestível nas dietas foram mantidas constantes, calculadas para serem de 0,74 e 0,70 respectivamente.

Para descrever a persistência da produção de ovos das aves, foi usado o modelo de GROSSMAN *et al.* (2000), apresentado como:

$$y_t = r \left(\frac{y_p}{t_2 - t_1} \right) \left[\ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{t_1/r}}{1 + e^{t_1/r}} \right) - \ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{t_2/r}}{1 + e^{t_2/r}} \right) \right] + r b_4 \ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{(t_2+P)/r}}{1 + e^{(t_2+P)/r}} \right)$$

Onde y_t = produção total de ovos no tempo t ; t_1 e t_2 = tempos da transição, ou seja, tempo entre a maior produção de ovos e início da queda da produção; r = duração da transição, definido como 0,3; y_p = constante da taxa de produção de ovos, b_4 = taxa de declínio na produção de ovos e P = persistência de produção de ovos, Ln = denota o logaritmo natural.

Tabela 1. Dietas experimentais

Ingredientes	Lisina Digestível			
	0,775	0,825	0,875	0,925
Milho moído	62,589	62,787	62,985	63,183
Farelo de soja	21,938	21,688	21,439	21,189
Farinha de carne 42%	2,881	2,828	2,774	2,721
Óleo vegetal	0,771	0,660	0,558	0,516
Fosfato Bicálcio	0,771	0,791	0,811	0,831
Calcário calcítico	8,613	8,618	8,624	8,629
Sal comum	0,356	0,357	0,358	0,358
DL-Metionina	0,032	0,071	0,111	0,151
Lisina HCl	0,066	0,138	0,211	0,284
L-Treonina	0,023	0,061	0,099	0,137
Bicarbonato de sódio	1,500	1500	1500	1500
Premix vitamínico mineral ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes				
Energia Metabolizável, kcal/Mg	2,800	2,800	2,800	2,800
Proteína Bruta, %	16,50	16,50	16,50	16,50
Cálcio, %	3,880	3,880	3,880	3,880
Fósforo disponível, %	0,423	0,423	0,423	0,423
Lisina digestível	0,775	0,825	0,875	0,925
Metionina digestível	0,387	0,412	0,737	0,462
Metionina+ Cisteína digestível	0,697	0,742	0,787	0,832
Treonina digestível	0,589	0,627	0,672	0,703
Triptofano digestível	0,173	0,172	0,170	0,168
Arginina digestível	0,948	0,940	0,932	0,924
Isoleucina digestível	0,629	0,625	0,620	0,615

¹Níveis de garantia por quilo do produto: vit. A - 12.000.000 U.I.; vit D3 -3.600.000 U.I.; vit. E - 3.500 U.I.; vit B1 - 2.500 mg; vit B2 - 8.000 mg; vit B6 -3.000 mg; ácido pantotênico - 12.000 mg; biotina - 200 mg; vit. K - 3.000 mg; ácido fólico - 3.500 mg; ácido nicotínico - 40.000 mg; vit. B12 - 20.000 mcg; selênio - 130 mg; q.s.p. - 1.000 g. manganês - 160 g; ferro - 100 g; zinco - 100 g; cobre - 20 g; cobalto - 2 g; iodo - 2 g; q.s.p. - 1.000 g.

Considere que cerca de 99% da transição ocorre dentro de $6\sigma_i$. foi observado pelos autores que cada transição ocorre dentro de cerca de 3 semanas, o que resulta em $\sigma_i = 0,5$. O valor de r_i , portanto, é $0,5 \times 0,6 = 0,3$. Como nem sempre é possível obter

dados suficientes para estimar as durações de transição, presumimos que as transições eram iguais e as redefinimos como r .

Devido a curva de produção de ovos ser caracterizada por um período de crescimento lento, período de crescimento rápido, produção constante e taxa de declínio, a produção de ovos foi diariamente coletada entre de 16 a 80 semanas de idade para determinar a produção média semanal de ovos (%). Portanto, a produção de ovos de 16 a 21 semanas foi usada para modelar o início da curva, independente dos níveis de lisina digestíveis utilizadas.

Para estimar o fim da produção constante, foi somado ao tempo de transição do aumento do pico de produção com a persistência da produção de ovos (t_2+P) onde observamos que o tratamento 0,775% de Lys dig. ocorreu mais tardiamente, às 42 semanas (6,8+36,02), valores próximos obtidos para as aves que receberam dietas com 0,925% de Lis. dig. (40 semanas = 6,8+33,53).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizado o teste de identidade, através do teste de razão de verossimilhança para verificar a igualdade de parâmetros de modelos de regressão não linear, entre os níveis de Lis. dig., com aproximação dada pela estatística F, descrito pelo método de Bonferroni (DOHMEN, 2003). Para verificar se o modelo escolhido foi adequado aos dados observados foi realizado o teste para falta de ajustamento conforme a metodologia de REGAZZI E SILVA (2004)

Os parâmetros y_t ; t_1 e t_2 ; b_4 e P do modelo de GROSSMAN et al. (2000), foram ajustados pelo PROC NLIN do SAS. Além disso foi aplicado o teste de Durbin-Watson, que avalia autocorrelação serial de primeira ordem.

RESULTADOS

A estimativa dos parâmetros da equação obtido de poedeiras submetidos a níveis de lisina digestível são apresentados na Tabela 2, na qual podemos observar que o tempo de início da produção (t_1) demonstrou que as aves iniciaram a produção (24,4468) em períodos próximos 2,5 semanas de produção. A mesma observação foi

obtida para o tempo de transição relacionado ao início do pico de produção (t_2), em que o tempo de transição de aumento rápido foi em média às 6,8 semanas de produção (63,3582), portanto na 24ª semana de idade das poedeiras.

O parâmetro de persistência de produção (P), e foi observado que os tratamentos com 0,775% de Lys Dig. proporcionaram persistência produtiva em média por 36,01 semanas (32,8022), ou seja, a produção foi mantida por até 59 semanas de idade das aves. Enquanto que aves do tratamento com 0,825% de Lis. Dig. Uma persistência de produção P de 26,03 semanas.

Tabela 2. Determinação do tempo de transição (t), da persistência (P), do declínio da produção (b_4) e da taxa de produção de ovos (yP) de poedeiras leves submetidas a diferentes níveis de lisina digestíveis

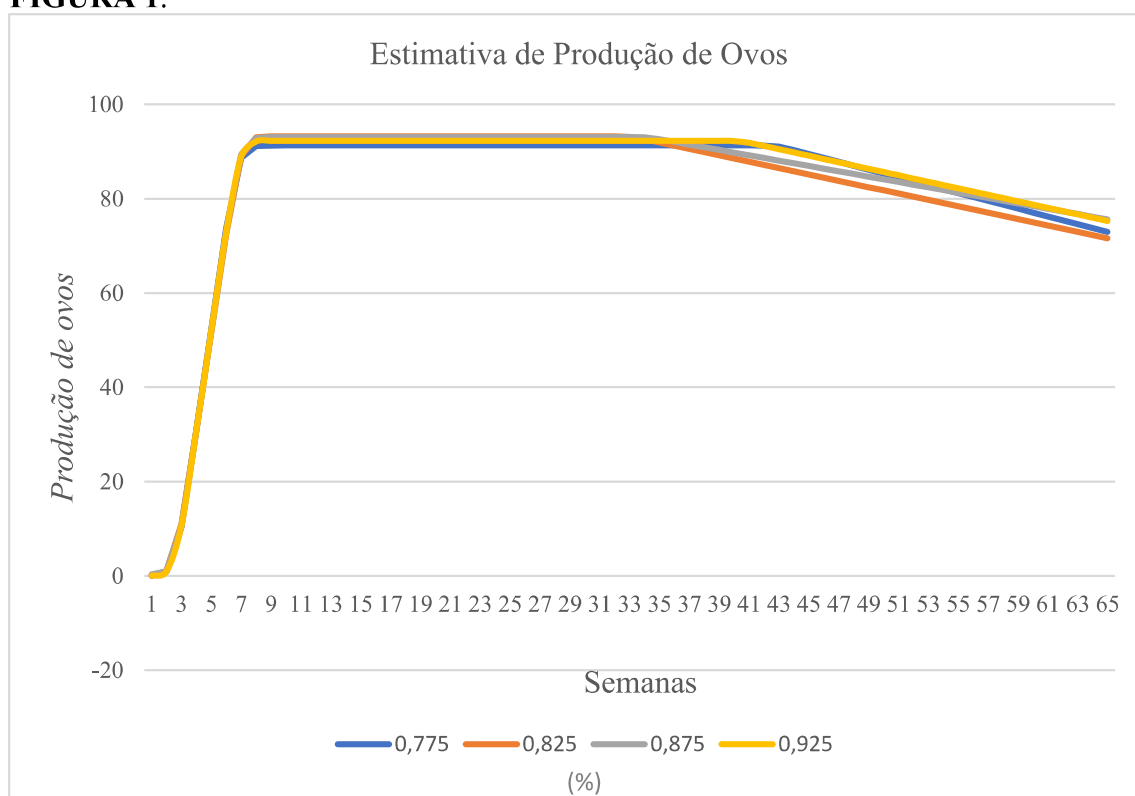
Percentual Lis. dig.	Parâmetros ¹					Critérios de ajuste			
	t_1	t_2	P	$b_4(\%)$	$Y_P(\%)$	t_2+P	R^2	RMS E ³	DW ⁴
0,775	2,591 (0,107)	6,791 (0,110)	36,018 ^a (1,098)	-0,827 ^a (0,063)	91,303 ^b (0,323)	42,80	0,991	1,846	1,032
0,825	2,531 (0,115)	6,986 (0,112)	26,038 ^b (1,293)	-0,676 ^{ab} (0,039)	93,261 ^a (0,4139)	33,02	0,990	1,999	1,625
0,875	2,564 (0,099)	6,921 (0,104)	27,243 ^b (1,345)	-0,566 ^a (0,036)	93,099 ^a (0,351)	34,16	0,992	1,735	1,692
0,925	2,562 (0,010)	6,887 (0,103)	33,532 ^a (1,177)	-0,691 ^{ab} (0,050)	92,290 ^{ab} (0,313)	40,41	0,992	1,725	0,994
Teste de Hipótese									
P. Valor Ajustado	1,00	1,00	0,001	0,001	0,001				
Equação de Grossman ¹									
$y_t = r \left(\frac{y_p}{t_2 - t_1} \right) \left[\ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{t_1/r}}{1 + e^{t_1/r}} \right) - \ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{t_2/r}}{1 + e^{t_2/r}} \right) \right] + r b_4 \ln \left(\frac{e^{t/r} + e^{(t_2+P)/r}}{1 + e^{(t_2+P)/r}} \right), r = 0,3$									

¹Estimativas dos parâmetros da equação: y_t = taxa de produção de ovos no tempo t ; t_1 e t_2 = tempos da transição ou tempo entre a maior produção de ovos e início da queda da produção; P = persistência de produção de ovos; b_4 = taxa de declínio na produção de ovos; Y_P = constante da taxa de produção de ovos; yP = produção total de ovos no tempo t ; ² R – Coeficiente de Regressão ajustado; ³RMSE - erro padrão médio dos parâmetros estimados; ⁴DW - Teste Durbin-Watson.

A taxa de declínio (b_4) nos tratamentos com 0,775% de Lys dig. (b_4 = -0,827%/semana) foi maior (-13,1426) e diferente dos tratamentos com 0,875% de Lys dig. A taxa de produção constante yP foi maior (225,3152) para as aves que receberam 0,825% de Lis. dig. (yP = 93,26%), logo, o modelo estimou que essas aves alcançaram o pico de produção na 24ª semana de idade com uma produção de 93,26% (Figura 1).

O número total de ovos produzidos no tempo t (yT) para os tratamentos com lisina digestível 0,775% foi de 372 ovos, 0,825% de lisina digestível 369 ovos, 0,875% de lisina digestível 374 ovos e 0,925% de lisina digestível 375 ovos produzidos.

FIGURA 1.



ura 1. Estimativa da taxa de produção de ovos (yP) de poedeiras submetidas a 0,775% lis dig., 0,825% lis dig., 0,875 lis dig. e 0,925 lis dig.

Os testes de igualdade dos parâmetros (Tabela 3) foi realizado para comparar as estimativas dos parâmetros de cada tratamento avaliado. Assim, observou-se que os parâmetros b_4 , P e yP apresentaram diferença significativamente entre os níveis de Lys dig. avaliados ($P < 0,005$).

Portanto, é possível inferir que a taxa de declínio (b_4) das aves que receberam dietas com 0,875% Lys Dig. foi mais tardia ($P = 0,0012$) em relação as poedeiras do tratamento com 0,775% Lys Dig. Dietas com 0,775% de Lys Dig. apresentaram persistência maior ($P = 0,001$) em relação ao tratamento com 0,825 e 0,875% de Lys Dig. (36,01 vs. 26,03 e 27,24 semanas, respectivamente). Assim como houve diferença entre o tratamento com 0,825% ($P = 0,001$) e 0,875% ($P = 0,0018$) em relação ao tratamento com 0,925% de Lys Dig.

188

189 **Tabela 3.** Resultado do teste de hipótese para os parâmetros das equações de Grossman
 190 em função dos níveis de lisina digestível

Parâmetros	Hipótese	T	p-valor ajustado
t1	0,775-0,825	0,3844	1,0000
	0,775-0,875	0,1879	1,0000
	0,775-0,925	0,2010	1,0000
	0,825-0,875	-0,2166	1,0000
	0,825-0,925	-0,2037	1,0000
	0,875-0,925	0,0138	1,0000
t2	0,775-0,825	-1,1996	0,6978
	0,775-0,875	-0,8591	1,0000
	0,775-0,925	-0,6365	1,0000
	0,825-0,875	0,4127	1,0000
	0,825-0,925	0,6272	1,0000
	0,875-0,925	0,2314	1,0000
b4	0,775-0,825	-2,0273	0,1344
	0,775-0,875	-3,5845	0,0012
	0,775-0,925	-1,6805	0,2862
	0,825-0,875	-2,0414	0,1296
	0,825-0,925	0,2362	1,0000
	0,875-0,925	2,0072	0,1404
P	0,775-0,825	5,8842	<0,0001
	0,775-0,875	5,0536	<0,0001
	0,775-0,925	1,5446	0,3750
	0,825-0,875	-0,6458	1,0000
	0,825-0,925	-4,2866	<0,0001
	0,875-0,925	-3,5186	0,0018
Yp	0,775-0,825	-3,7273	0,0006
	0,775-0,875	-3,7629	0,0006
	0,775-0,925	-2,19,7	0,0912
	0,825-0,875	0,2993	1,0000
	0,825-0,925	1,8705	0,1914
	0,875-0,925	1,7192	0,2640

191 T – aproximação pelo teste de F; P-valor ajustado pelo método de Bonferroni.

192

193 Para o parâmetro correspondente a taxa produção de ovos (yP), o tratamento
 194 0,825% de Lys Dig, proporcionou 93,261% da produção de ovos enquanto que as aves
 195 alimentadas com dietas com 0,775% de Lys Dig. obtiveram 91,30% de produção de
 196 ovos. Resultado semelhante ao se comparar yP entre os tratamentos 0,775-0,875% de
 197 Lys Dig, onde o aumento na inclusão de Lys Dig, acarretou em uma maior produção de
 198 ovos ($P=0,0006$).

199

O teste de ajustamento aplicado no modelo não Linear de Grossman (Tabela 4), não apresentou significância ($P>0,05$), possibilitando inferir que o modelo é adequado para descrever os dados.

Tabela 4. Teste de Falta de ajustamento para equação de Grossmam aplicados aos dados de produção de ovos (%) de poedeiras em função dos níveis de lisina digestível

Níveis de Lys	Semanas de produção										P-value
	1 (16)	7 (22)	14 (29)	21 (36)	28 (43)	35 (50)	42 (57)	49 (64)	56 (71)	63 (78)	
0,775%	Obs.	0,040	86,0	91,8	91,3	92,7	89,9	91,4	89,0	78,0	0,17
	Est.	0,030	73,7	91,3	91,3	91,3	91,3	91,3	86,2	80,4	
0,825%	Obs.	0,04	85,0	93,9	93,3	93,9	89,2	88,4	83,8	70,3	0,09
	Est.	0,037	89,1	93,3	93,3	93,3	91,9	87,2	82,5	77,7	
0,875%	Obs.	0,040	86,0	93,5	95,4	94,0	92,2	90,0	87,1	77,6	0,20
	Est.	0,034	89,4	93,1	93,1	93,1	92,6	88,7	84,7	80,7	
0,925%	Obs.	0,04	85,2	95,1	91,5	93,7	90,8	90,2	88,0	80,1	0,06
	Est.	0,034	88,9	92,3	92,3	92,3	92,3	91,2	86,4	81,5	

Obs. – dados de produção de ovos observados; Est. – dados de produção de ovos estimados; P-value = ajustado pelo teste de falta de ajustamento.

DISCUSSÕES

A equação não linear de GROSSMAM (2000) foi eficiente para demonstrar a persistência na produção de ovos das galinhas poedeiras leves. Os critérios de adequação adotados (R^2 , RMSE, DW) indicam que o modelo não linear de Grossman (2000) forneceu diferença entre tratamentos.

Baseado nos parâmetros estimados verificou-se o nível de Lys Dig das dietas para as poedeiras não alterou o tempo de transição da produção de ovos, obtidos a partir dos parâmetros $t1$ e $t2$ da equação, que foram semelhantes em todos os tratamentos, com pico produtivo alcançado após 6,8 semanas, o que corresponde a 24ª semana de idade das galinhas. (Wolc et al. 2007) compararam três linhagens de poedeiras e concluíram que as linhagens que alcançaram pico de produção mais precocemente apresentaram menor nível de produção ao pico e maior persistência, enquanto, poedeiras mais tardias ao pico tiveram nível de produção ao pico mais elevado, mas apresentaram menor persistência e, conseqüentemente, menor produção global. Isso mostra a importância da descrição da persistência de postura como objetivo de seleção, além da taxa de postura e idade à maturidade sexual.

O conhecimento da persistência de postura em uma granja comercial permite adequação de técnicas de alimentação, manejo e auxilia no descarte e seleção das aves de acordo com um padrão desejável, pré-estabelecido em função da capacidade de produção (SANTOS et al., 2018). Além disso, a descrição de uma curva de postura colabora com a eficiência de uma granja, por permitir determinar o fluxo de produção.

De acordo com (GROSSMAM 2000) a persistência da produção de ovos é um fator grande relevância na produção total de ovos, uma vez que frangas pode apresentar a mesma produção total de ovos, porém, podem exibir curvas de produção diferentes, devido as diferenças em sua persistência.

No estudo, a suplementação com nível de 0,775% Lys Dig. proporcionou persistência produtiva (*P*) mais longa, em comparação aos demais níveis avaliados, porém com menor taxa de produção de ovos (*yP*). Por outro lado, as aves que receberam dietas com 0,825% de Lys Dig apresentaram maior produção de ovos Kumar et al. (2018), obteve taxa de produção de ovos de 93% quando forneceu dietas com 0,858% de Lys Dig para poedeiras. De acordo com (JORDÃO FILHO et al. 2006), durante o pico de postura, a produção de ovos pode alcançar percentuais superiores a 90%, sendo, provavelmente, o período em que ocorre maior demanda de nutrientes, principalmente a de aminoácidos.

A lisina na nutrição de poedeiras se justifica pelo fato de que, além de possuir baixo custo de suplementação, este aminoácido afeta diretamente o desempenho das aves por exercer função na deposição de proteína corporal e na síntese de carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos para a α -oxidação na mitocôndria (COSTA et al., 2008).

Em situações adversas, com a suplementação de L-Lisina HCL via dieta em níveis inferiores ou excessivos ao exigido pelas aves pode ocasionar prejuízos metabólicos, como o antagonismo com a arginina, oriunda principalmente do farelo de soja (SILVA et al., 2020). Além disso, o fornecimento inadequado pode levar uma má conformação da carcaça, que pode acarretar em redução do peso corporal no momento da maturidade sexual, no final da fase de crescimento (CASTRO et al., 2018), fato que irá afetar a qualidade dos ovos produzidos (RIBEIRO et al., 2003).

A taxa de declínio da produção de ovos estimada pela equação proposta (*b4*) foi mais lenta para o nível de 0,875% de Lys Dig. (0,566%/semana) do que os demais níveis avaliados, 0,825% (0,676%/semana), 0,925(0,691%/semana) e 0,775%

(0,827%/semana) de Lys Dig. Grossmam (2000) relatou que galinhas com taxa de declínio mais lenta tendem a apresentar persistência de produção mais curtas. Fato que ocorreu no estudo, em que aves do tratamento 0,875% de Lys Dig apresentaram menor parâmetro P (27 semanas). A produção total de ovos (yT) foi maior conforme ocorreu o aumento nos níveis de Lys Dig, portanto, galinhas alimentadas com 0,925% de Lys Dig. produziram cerca de 375 ovos

O estudo avaliou se os diferentes níveis de Lys Dig. podem afetar a persistência na produção de ovos. Portanto, foi realizado teste identidade dos parâmetros do modelo, para verificar se existe igualdade entre os parâmetros em função dos diferentes níveis de Lys Dig. A comparação entre os níveis de lisina digestível sobre os parâmetros da equação demonstrou que o nível de 0,775% de Lys Dig. possibilitou queda mais tardia na produção com alta persistência na produção de ovos, assim como adequada taxa de produção de ovos. Rostagno et al. (2011) recomendam 0,68% de lisina digestível para poedeiras leves com 70 semanas de idade, enquanto que o manual de criação da Dekalb White[®] recomenda 0,74% deste aminoácido no pico de postura (DEKALB WHITE[®], 2009). SILVA et al. (2015) recomendam 0,66% de Lys Dig para poedeiras semi-pesadas para otimizar a massa de produção de ovos. Além disso, a recomendação para poedeiras durante de produção de ovos é feita pelas empresas responsáveis pelas linhagens utilizadas, de modo que os resultados demonstrado no presente estudo com inclusão de 0,775% Lys Dig. não difere muito das recomendações propostas em diversas tabelas de exigências nutricionais.

Os resultados referentes às variáveis de produção de observadas foram similares aos dados estimados pelo modelo de (FIALHO, 1997). Verificamos que a taxa de produção de ovos estimada para aves do tratamento com 0,775% de Dig Lys no período de pico (9ª semanas de produção) foi em média de 91,30%, é possível verificar a persistência constante ao longo das 36 semanas, que se manteve até a 42ª semana, esses resultados demonstram as informações obtidas na derivação dos parâmetros da equação proposta (Tabela 2), assim como corroboram com os dados observados do tratamento correspondente. O pico de postura esperado para as poedeiras leves em geral varia em torno de 90 a 95% na 26ª semana de idade (PEREIRA et al., 2018; WURTS et al., 2022). Neste trabalho as taxas de postura estimadas foram em média de 92,48% na 24ª semana de idade.

CONCLUSÃO

O modelo de Grossman foi capaz de determinar a persistência da produção de ovos em função dos níveis de lisina digestível. O uso de níveis variados de lisina digestível modifica a persistência da produção de ovos. A suplementação de 0,875% de lisina digestível modificou os parâmetros da equação de Grossman proporcionando os melhores resultados de produção.

REFERÊNCIAS

- ANANG, A.; MIELENZ, N.; SCHÜLER, L. Monthly model for genetic evaluation of laying hens II. Random regression. **British Poultry Science**. 43(3): 384-390, 2002.
- AL-SAMARAI, F.R.; AL-KASSIE, G.A.; AL-NEDAWI, A.M.; AL-SOUDI, K.A.A. Prediction of total egg production from partial or cumulative egg production in a stock of white leghorn hens in Iraq. **International Journal Poultry Science**. 7(9): 890-893, 2008.
- BARBOSA, B.A.C.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.D.A.; ALBINO, L.F.T.; GRAÇAS, A.S.D. Exigência nutricional de lisina para galinhas poedeiras de ovos brancos e ovos marrons, no segundo ciclo de produção: 2. Características produtivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 28(3): 534-541, 1999.
- COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, V.P.; GOULART, C.C.; LIMA NETO, R.C.; SOUZA, J.G.; SILVA, J.H.V. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 37(12): 2136-2140, 2008.
- CASTRO, M.R.; PINHEIRO, S.R.F.; MIRANDA, J.Á.; COSTA, L.S.; ROCHA, G.M.F.; OLIVEIRA, R.G.; MARTINS, M.A. Digestible methionine + cysteine: lysine ratios for growing meat-type quails. **Ciência Rural**. 48(6): 1-6, 2018.
- DOHMEN K. Improved Bonferroni Inequalities with Applications: Inequalities and Identities of Inclusion- **Exclusion Type**.: Springer-Verlag. Berlin, 2003.
- DOMINGUES, C.H.F.; SGAVIOLI, S.; PRAES, M.F.F.M.; SANTOS, E.T.; CASTIBLANCO, D.M.C.; PETROLI, T.G.; DUARTE K.F.; JUNQUEIRA, O.M. Lisina e metionina+ cistina digestíveis sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais: Revisão. **Pubvet**. 10: 448-512, 2016.
- GROSSMAN M, GROSSMAN TN, KOOPS WJ. A model for persistency of egg production. **Poultry Science**. 70: 1715-172, 2000.

- 327 JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L.; RIBEIRO, M.L.G.; COSTA,
328 F.G.P.; RODRIGUES, P.B. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas
329 durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 35(4): 1728-1734,
330 2006.
- 331 KUMAR, D.; RAGINSKI, C.; SCHWEAN-LARDNER, K.; CLASSEN, H.L.
332 Assessing the performance response of laying hens to intake levels of digestible
333 balanced protein from 27 to 66 wk of age. **Canadian Journal of Animal**
334 **Science**. 98(4): 801-808, 2018.
- 335 NARINC, D.; UCKARDES, F.; ASLAN, E. Egg production curve analyses in poultry
336 science. **World's Poultry Science Journal**. 70(4): 817-828, 2014.
- 337 PEREIRA, G.C.C.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.D.; PASCOAL, L.A.F.; LIMA,
338 C.A.B.D.; BITTENCOURT, L.C.; SECHINATO, A.D.S.; HERMES, R.G.
339 Different trace mineral sources and recommendations in the performance and
340 quality of eggs from Dekalb White layers. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 47:
341 235-242, 2018.
- 342 PIRES, A.V.; CARNEIRO, P.L.S.; TORRES FILHO, R.A.; FONSECA, R.; TORRES,
343 R.A.; EUCLYDES, R.F.; LOPES, P.S.; BARBOSA, L. Estudo da divergência
344 genética entre seis linhas de aves Legorne utilizando técnicas de análise
345 multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 54(3):
346 314-319, 2002.
- 347 RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V.; DANTAS, M.O. Exigências nutricionais de Lisina
348 para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da
349 ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 32(1): 156-16, 2003.
- 350 REGAZZI, A.J.; SILVA, C.H.O. Testes para verificar a igualdade de parâmetros e a
351 identidade de modelos de regressão não-linear: dados no delineamento
352 inteiramente casualizado. **Revista de Matemática e Estatística**. 22: 33-45, 2004.
- 353 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; UUCILDES, R. F. Tabelas
354 brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências
355 nutricionais. Universidade Federal de Viçosa. 252p, 2011.
- 356 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C, OLIVEIRA,
357 R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T (4eds). Tabelas
358 brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências
359 nutricionais. Minas Gerais: **Federal University of Viçosa Press**. 488p, 2017.
- 360 SANTOS, H.B.; VIEIRA, D.A.; SOUZA, L.P.; SANTOS, A.L.; SANTOS, F.R.;
361 NETO, F.A. Application of non-linear mixed models for modelling the quail
362 growth curve for meat and laying. **The Journal of Agricultural Science**.
363 156(10): 1216-1221, 2018.

- 364 Sas data was analyzed with SAS statistical software (version 9.0; SAS Institute, Inc.
365 Cary, NC).
- 366 SILVA, E.P.; MALHEIROS, E.B.; SAKOMURA, N.K.; VENTURINI, K.S.;
367 HAUSCHILD, L.; DORIGAM, J.C.P.; FERNANDES, J.B.K. Lysine
368 requirements of laying hens. **Livestock Science**. 173: 69–77,2015.
- 369 SILVA, C.M.; LIM, A.D.S.; SOUZA, D.M.D.; FARIAS, L.O.D.S.; JESUS, M.R.R.D.;
370 SANTOS, B.D.J.; OLIVEIRA JÚNIOR, G.M.D. Exigência de lisina digestível
371 para codornas japonesas. **Ciência Animal**.30(2): 58-67,2020.
- 372 WOLC, A.; LISOWSKI, M.; SZWACZKOWSKI, T. Heritability of egg production in
373 laying hens under cumulative, multitrait and repeated measurement animal
374 models. **Czech Journal of Animal Science**. 52(8): 254-259, 2007.
- 375 WOLC, A.; ARANGO, J.; SETTAR, P.; O’SULLIVAN, N.P.; DEKKERS, J.C.
376 Evaluation of egg production in layers using random regression models. **Poultry
377 science**. 90(1): 30-34, 2011.
- 378 WURTZ, K.E.; THODBERG, K.; BERENJIAN, A.; FOLDAGER, L.; TAHAMTANI,
379 F.M.; RIBER, A.B. Commercial layer hybrids kept under organic conditions: a
380 comparison of range use, welfare, and egg production in two layer strains.
381 **Poultry science**. 101(9): 102005,2022.