Ciência Animal Brasileira
Brazilian Animal Science

DOI: 10.1590/1809-6891v27e-84183P

e-ISSN 1809-6891
Zootecnia | Artigo científico

Ajuste de curvas de produção de ovos pelo método de Wood para quatro linhagens de poedeiras leves

[Adjustment of egg production curves by the Wood method for four lines of light laying hens]

Karina Milene Maia*[1], Wellington Marques de Souza[2], Maria Vitória Martins de Freitas[2], Mariani Ireni Benitis[2], Robson Marcelo Rossi[2], Simara Marcia Marcato[2]

1 Faculdade UMFG, Cianorte, Paraná, Brasil
2 Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil

*autor correspondente: Karina.maia@umfg.edu.br

Recebido: 15 de outubro de 2025. Aceito: 15 de abril de 2026. Publicado: 29 de maio de 2026.
Editor: Rondineli P. Barbero

Resumo: Objetivou-se com este estudo ajustar pelo método de Wood a curva de produção de ovos de quatro linhagens de poedeiras leves (Nick Chick, Lohmann NA Lite, Bovans White e Lohmann LSL) por meio da análise Bayesiana. Foram utilizadas 480 aves de um dia de idade a 80 semanas de idade, sendo 120 aves por linhagem avaliadas. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 20 repetições para cada grupo genético. Todos os ovos foram coletados durante três dias, em três períodos; a cada 28 dias, todos os ovos eram coletados. Os dados foram analisados em função do modelo matemático descrito por Wood, por meio da inferência Bayesiana com auxílio do software R. O modelo de Wood foi eficiente para determinar a curva de produção de ovos das linhagens estudas (Nick Chick, Lohmann NA, Bovans White e Lohmann LSL) no período de 18 a 80 semanas de idade. A linhagem Lohmann LSL Lite apresentou precocidade no início de postura (17 semanas), maior taxa de rendimento (0,78 e menor taxa de declínio na postura (0,02), quando comparada com as demais linhagens. Já a linhagem Nick Chik apresentou maior pico de postura (114,49 dias) com maior persistência (6,56 semanas).

Palavras-chave: Bovans White; Lohmann LSL; Lohmann NA Lite; Nick Chick; modelos não lineares.

Abstract: The objective of this study was to adjust the egg production curve of four lines of light laying hens (Nick Chick, Lohmann NA Lite, Bovans White and Lohmann LSL) by Bayesian analysis. A total of 480 birds from one day of age to 80 weeks of age were used, with 120 birds per strain evaluated. The animals were distributed in a completely randomized design, with 20 replicates for each genetic group. All eggs were collected for three days in three periods, every 28 days all eggs were collected. The data were analyzed according to the mathematical model described by Wood, through Bayesian inference with the aid of the R software. Wood's model was efficient to determine the egg production curve of the studied lines (Nick Chick, Lohmann NA, Bovans White and Lohmann LSL) in the period from 18 to 80 weeks of age. The Lohmann LSL Lite strain showed precocity at the beginning of laying (17 weeks), higher yield rate (0.78) and lowest laying decline rate (0.02), when compared to the other lines. The Nick Chik lineage, on the other hand, showed the highest peak laying (114.49 days) with the highest persistence (6.56 weeks).

Keywords: Bovans White; Lohmann LSL; Lohmann NA Lite; Nick Chick; non-linear models.

Copyright ©. Este é um artigo em acesso aberto distribuído nos termos da Creative Commons Attribution License que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado.

1. Introdução

As linhagens comerciais modernas de galinhas poedeiras são selecionadas predominantemente para produção de ovos, resistência sanitária, eficiência alimentar e desempenho individual [1]. A produção de ovos é influenciada por diferentes genes e fatores ambientais. Assim como a redução na idade para atingir a maturidade sexual, aumento na taxa de postura e maior persistência de postura e pico de postura, influenciam diretamente no número de ovos produzidos [2].

A mensuração da eficiência produtiva das aves pode ser realizada por meio de número de ovos produzidos em unidade ou pela taxa de postura descrito em porcentagem. No entanto, a curva de produção pode ser feita por meio de outros métodos mais precisos como os métodos estatísticos, como os modelos matemáticos não lineares, modelos mistos e entre outras ferramentas [2-5].

Os modelos não lineares descritos por Gompertz [6] Richards [7], assim como os modelos de Wood [8], McNally [9], Yang [10], Nelder [11] e Lokhorst [12] são descritos na literatura como modelos capazes de ajustar e assim predizer a curva de produção de ovos [2-5]. Haja visto que, os dados coletados visando esta análise apresentam comportamento longitudinais, ou seja, observações de um mesmo individuo ao longo do tempo. Além de que, esta característica é diretamente relacionada a herdabilidade genética, assim os modelos matemáticos não lineares que apresentam a capacidade de interpretação biológica dos parâmetros e longitudinais apresentam melhores ajustes.

O modelo descrito por Wood [8], foi inicialmente utilizada para descrever a curva de lactação de bovinos leiteiros e, atualmente, vem sendo empregada no estudo da determinação da curva de produção de ovos [3, 5]. Além de ajustar ao banco de dados e predizer os parâmetros da curva de produção é possível com uso das funções fornecer outros parâmetros adicionais de interesse: pico da produção ou rendimento máximo (*pp*), dia ou ocasião do pico de produção (*dpp*) e persistência (*s*) de postura.

Diante disso, objetivou-se neste estudo estimar a curva de produção de ovos, o pico da produção ou rendimento máximo (*pp*), dia ou ocasião do pico de produção (*dpp*) e persistência (*s*) de produção de ovos utilizando a equação não linear descrita por Wood. Assim como avaliar a qualidade dos parâmetros por meio da inferência Bayesiana, no período de 18 e 80 semanas de idade de quatro linhagens de poedeiras leves (Nick Chick, Lohmann NA Lite, Bovans White e Lohmann Lite).

2. Material e métodos

2.1 Instalações, delineamento e dieta experimental

O experimento foi realizado na Granja Figueiredo, localizada no município de Mandaguari - PR, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá (UEM), descrito sobre o nº de protocolo 6329180919.

Foram utilizadas um total de 480 galinhas poedeiras de 18 semanas a aproximadamente 80 semanas de idade e sexadas, sendo estas: 120 da linhagem Nick Chick, 120 Lohman Lite, 120 Bovans White, e 120 Lohman LSL. As práticas de manejo incluíram na coleta de ovos três vezes ao dia e o fornecimento de ração duas vezes ao dia. O programa de iluminação que foi utilizado foi à junção do programa artificial e luz natural, na postura o programa de iluminação começou com 14h com 18 semanas de idade e foi aumentado uma hora por semana até atingir 16h de iluminação por dia.

As aves foram alimentadas de acordo com as exigências de cada fase de vida seguindo as recomendações descritas por Rostagno [13], recebendo água e ração *ad libitum* em todas as fases. Na fase de postura as aves foram alojadas em galpões determinados pelo cronograma da empresa, sendo eles:

Linhagem 1 - Nick Chick

As aves foram alojadas em um galpão elevado, com corredor de chão ripado, com telhas de fibrocimento, presença de nebulizadores e lanterninhos, gaiolas de arame galvanizados (35 cm x 30 cm x 30 cm), com quatro aves por gaiola, dispostas em três fileiras sobrepostas, com comedouro tipo calha e bebedouro tipo chupeta (*nipple*), neste galpão a coleta de ovos e arraçoamento foram realizados de forma manual.

Linhagem 2 – Lohmann NA Lite e Linhagem 3 - Bovans White

As aves foram alojadas em dois galpões elevados (um para cada linhagem) com corredor de chão ripado, com telhas de fibrocimento, presença de nebulizadores e lanterninhos, gaiolas de arame galvanizados (50 cm x 45 cm x 45 cm) com seis aves por gaiola, dispostas em três fileiras sobrepostas, com comedouro automatizado tipo calha e bebedouro tipo chupeta (*nipple*) e coleta de ovos manual.

Linhagem 4 - Lohmann LSL

As aves foram alojadas em um galpão convencional tipo californiano, com telhas de barro, presença de lanterninhos, gaiolas para seis aves alojadas (50 cm x 45 cm x 45 cm) convencionais, três fileiras sobrepostas, com comedouros tipo calha e bebedouro tipo chupeta (*nipple)*, coleta de ovos e arraçoamento manual.

2.2 Coleta de dados

A produção de ovos foi registrada nos três últimos dias do final de cada ciclo (28 dias) durante todo o período de produção (18 a 80 semanas de idade) e foi registrado como produção total para estimar os parâmetros da curva de produção por meio da inferência Bayesiana.

2.3 Análise estatística

Para a análise dos dados de produção de ovos, foi considerado uma regressão não linear para predizer os parâmetros da curva via equação de Wood [8]:

$$y_{ijk} = a_k t_{ijk}^{b_k} e^{-c_k t_{ijk}} \qquad (1)$$

em que *i*-animal = 1, 2, ... N; *j*-tempo = 1, 2, ... J; *k*-linhagem = 1, 2, ... K; *y* = produção total (semanal); *a* = produção inicial; *b* = taxa de rendimento aumentada até o pico da curva; *c* = taxa de declínio do rendimento após o pico da curva (fator de persistência); *t* = semanas;

Por meio das estimativas dos parâmetros da curva, funções delas fornecem outros parâmetros adicionais de interesse: pico da produção ou rendimento máximo (*pp*), dia ou ocasião do pico de produção (*dpp*) e persistência (*s*) de postura:

$$pp = a\left(-\frac{b}{c}\right)^{b} e^{-b},\ dpp = \frac{b}{c} \text{ e } s = -(b+1)\ln(-c) \qquad (2)$$

Para reduzir o viés experimental devido às baixas repetições dos animais e comparar os parâmetros da curva entre os tratamentos, utilizou-se a inferência Bayesiana, descrita por Rossi [14] e Bianchi et al. [15], para todos os parâmetros dos modelos considerados. Para (1) considerou-se que $y_i \sim N(f(t_i),\tau)$, em que $f(t_i)$ é a função não linear (1) e $\tau = 1/\sigma^2$ a precisão segundo parametrização OpenBUGS (programa computacional para inferência Bayesiana- Spiegelhalter et al. [16]). Além

disso, foram consideradas distribuições *a priori* não informativas para todos os parâmetros do modelo, isto é, uma distribuição Gama para *a* e paraτ (~ Gama (10^{-3},10^{-3})) e uniforme para *b* e para *c*, (~ $U_{(0,1)}$).

O procedimento de comparação múltipla foi baseado nas amostras *a posteriori* das estimativas dos parâmetros dos modelos considerados. Diferenças significativas foram consideradas ao nível de 5 % entre os tratamentos, isto é, se o valor zero não estivesse contido no intervalo com 95 % de credibilidade do contraste desejado. As distribuições marginais *a posteriori* para todos os parâmetros foram obtidas pelo programa *R* [17] por meio do pacote *BRugs*. Para cada parâmetro, 1.100.000 valores foram gerados em um processo MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*), considerando um período de descarte de amostra de 100.000 valores iniciais. A amostra final foi tomada em saltos de tamanho 50, o que significa que para cada 100 valores tomados, uma foi incluída na amostra final, com 20.000 valores gerados. A convergência de todas as cadeias foi verificada pelo teste de Heidelberger e Welch [18] do pacote *coda* do R.

3. Resultados e discussão

Foi possível por meio da equação descrita por Wood [8] estimar a curva de produção de ovos para as quatro linhagens estudadas. As estimativas Bayesianas assim como a média, desvio padrão, mediana e intervalo de credibilidade ($P_{2,5\,\%}$ e $P_{97,5\,\%}$) para os parâmetros do modelo de Wood [8], estão descritos na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1. Estimativas Bayesianas (média, desvio padrão, mediana e intervalo de credibilidade (P2,5 % e P97,5 %)) para os parâmetros do modelo.

Linhagens	Parâmetros	Estimativas Bayesianas				
		[1]Média	Desvio padrão	Mediana	$P_{2,5\,\%}$	$P_{97,5\,\%}$
Nick Chick	*a*	20,83[a]	16,35	15,11	8,54	70,70
Lohmann NA Lite		24,67[a]	20,89	17,06	8,43	85,98
Bovans White		34,44[a]	22,81	27,89	8,88	95,41
Lohmann LSL		17,70[b]	13,59	12,98	7,39	57,29
Nick Chick	*b*	0,77[a]	0,20	0,82	0,25	0,99
Lohmann NA Lite		0,73[b]	0,22	0,78	0,18	0,99
Bovans White		0,52[b]	0,25	0,53	0,08	0,94
Lohmann LSL		0,78[a]	0,19	0,84	0,31	0,99
Nick Chick	*c*	0,03[a]	0,005	0,00	0,01	0,03
Lohmann NA Lite		0,03[a]	0,006	0,03	0,01	0,04
Bovans White		0,02[b]	0,006	0,02	0,01	0,03
Lohmann LSL		0,02[b]	0,005	0,02	0,01	0,03

[1] [a,b,c] Letras distintas, nas linhas, indicam diferenças significativas entre as médias dos parâmetros à posteriori, das linhagens consideradas (NickChick, L_2:LohmannNA; BovansWhitee LohmannLSL), por meio de comparações Bayesianas, em nível de 95 % de credibilidade. A: produção inicial, b: taxa de rendimento aumentada até o pico da curva, c: taxa de declínio do rendimento após o pico da curva.

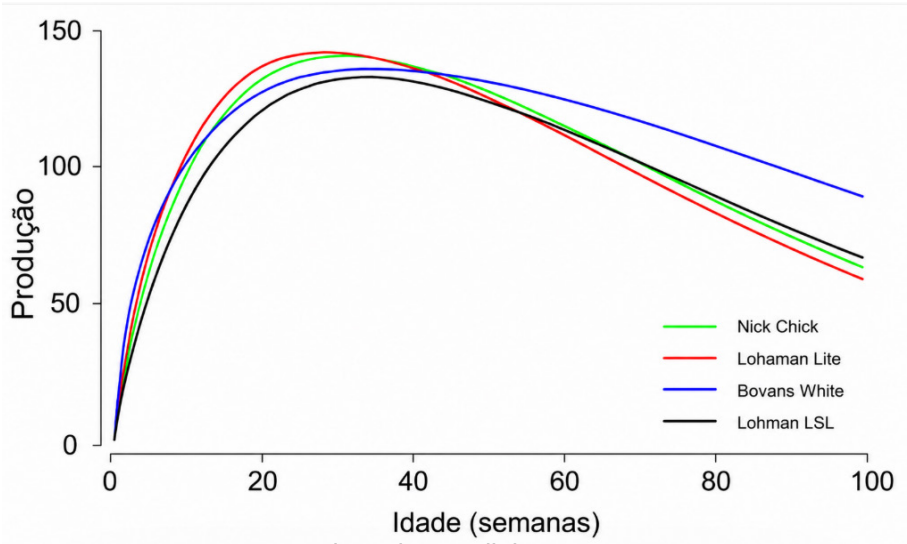

Figura 1. Comparação entre as curvas ajustadas por linhagens.

A curva descrita por Wood [8] o parâmetro *a* corresponde a produção inicial em semanas de ovos, demonstrando que a linhagem Lohmann LSL quando comparada com as demais linhagens estudadas Nick Chick, Lohmann NA e Bovans White respectivamente demonstrou ser mais precoce, com início de produção com 17 semanas de idade. Esta linhagem também apresentou maior taxa de rendimento (0,78) e menor taxa de declínio na postura de 0,02. Ou seja, as aves desta linhagem atingem o pico de postura mais recentemente sem perca na produção, e ao sair do pico esta concavidade da curva é mais moderada, fazendo com que o animal permaneça em pico por mais tempo.

Na Tabela 3 podemos observar as estimativas Bayesiana média, desvio padrão, mediana e intervalo de credibilidade (P2,5 % e P97,5 %) para os parâmetros de interesses calculados por meio das estimativas dos parâmetros da curva de Wood. Sendo eles: pico de produção ou rendimento máximo (pp), dia ou ocasião em que ocorreu o pico de produção (dpp) e a persistência da produção (s), neste caso de postura.

Tabela 2. Estimativas Bayesianas (média, desvio padrão, mediana e intervalo de credibilidade (P2,5 % e P97,5 %)) para os parâmetros de interesses calculados por meio das estimativas dos parâmetros da curva de Wood.

Linhagens	Parâmetros	Estimativas Bayesianas				
		[1]Média	Desvio padrão	Mediana	$P_{2,5\ \%}$	$P_{97,5\ \%}$
Nick Chick	*pp*	114,48[a]	6,84	114,14	101,95	128,86
Lohmann NA		111,39[b]	9,29	110,60	95,53	131,93
Bovans White		107,72[c]	3,99	107,59	100,24	115,85
Lohmann LSL		108,40[c]	6,94	108,15	11,72	122,96
Nick Chick	*dpp*	30,93[a]	5,03	31,50	18,51	39,12
Lohmann NA		28,81[bc]	7,26	29,35	14,26	39,55
Bovans White		33,95[ac]	51,30	34,62	14,74	44,22
Lohmann LSL		33,83[b]	7,70	34,00	21,82	43,75
Nick Chick	*s*	6,56[a]	0,46	6,65	5,41	7,21
Lohmann NA		6,38[b]	0,53	6,48	5,13	7,17
Bovans White		6,43[b]	0,46	6,42	5,55	7,26
Lohmann LSL		6,72[ab]	0,45	6,81	5,62	7,39

[*a,b,c] Letras distintas,nas linhas, indicam diferenças significativas entre as médias dos parâmetros à posteriori, das linhagens consideradas [6-7-8-9], por meio de comparações Bayesianas, em nível de 95 % de credibilidade.pp: pico de produção ou rendimento máximo, dpp: dia ou ocasião do pico de produção, s: persistência de produção.

Considerando os parâmetros estimados por meio da inferência Bayesiana para as linhagens estudadas foi possível estimar por meio de funções matemáticas o pico de produção ou permanência no pico (*pp*), dia em semanas que ocorreu o pico (*dpp*) e a persistência da postura (*s*). A linhagem que apresentou rendimento máximo, ou seja, maior permanência no pico foi a Nick Chick apresentando 114,48 dias ≈ 16,5 semanas, seguida pela Lohmann NA (111,39 ≈ 16 semanas) Lohmann LSL (108,40 ≈ 15,48 semanas) e Bovans White com 107,42 ≈ 15,34 semanas. Comparando os valores estimados com os descritos pelos manuais das linhagens estudadas, observa-se que, para as todas as linhagens a permanência do pico de postura foi superestimado. Sendo descritos como 10 semanas para a Nick Chick, 12 semanas para Lohmann NA Lite, 13 semanas para Bovans White e 10 semanas para Lohmann LSL Lite [19-22].

A linhagem Lohmann NA apresentou o pico de postura com 28,81 semanas de idade, sendo este o mais precoce, seguida pela Nick Chick (30,93 semanas de idade), Lohmann LSL (33,83 semanas de idade) e a Bovans White (33,95 semanas de idade). Para a persistência da postura pós pico as linhagens Nick Chik e Lohmann LSL demostraram maior período de produtividade, seguidas pelas Bovans White e Lohmann NA. A idade em que os animais atingiram o pico de postura, estes foram subestimados para as linhagens Nick Chick e Lohmann NA LSL (36 semanas e 33,5 semanas de idade respectivamente) e superestimado para a linhagem Bovans White (31 semanas de idade) [19-22]. No entanto, a linhagem Lohmann LSL Lite, os valores estimados e os recomendados estão de acordo sendo de 33 semanas de idade [20].

Resultados semelhantes foram observados por Galeano et al. [23], ao avaliarem diferentes modelos matemáticos para estimar a curva de produção de ovos em poedeiras comerciais das linhagens Hy-Line Brown, Lohmann LSL, Isa Brown e Lohmann Brown. Os autores verificaram que os modelos testados apresentaram boa capacidade preditiva, com destaque para os modelos Delay e Lokhorst, evidenciando que a utilização de funções não lineares permite descrever com maior precisão o comportamento produtivo das aves ao longo do ciclo de postura. Além disso, observaram variações entre linhagens quanto ao formato da curva e persistência produtiva, demonstrando influência do potencial genético sobre os parâmetros estimados. Tais resultados corroboram os encontrados no presente estudo, no qual também foram observadas diferenças entre as linhagens avaliadas para precocidade, pico de postura e persistência, reforçando a importância da aplicação de modelos matemáticos, como o modelo de Wood, no acompanhamento produtivo e na tomada de decisões mais assertivas no manejo de poedeiras comerciais.

Estudando a relação da produção e qualidade de ovos e a idade das aves (100 semanas) da linhagem Nick Brown criadas em gaiolas Alfonso-Carrillo et al. [24], observaram que as aves apresentaram alta variação na produção de ovos, sendo está de 75 a 55 %, com peso médio de 67g. Os autores destacaram que a aves que apresentam maior produção e alta qualidade de casca são os animais mais pesados e que apresentam útero maior. Este fato pode estar relacionado ao pleno desenvolvimento do sistema reprodutivo, indicando que o peso a maturidade e o peso dos ovos estão correlacionados com o ciclo reprodutivo [24-26].

4. Conclusão

O modelo de Wood foi eficiente para determinar a curva de produção de ovos de galinhas das linhagens estudas (Nick Chick, Lohmann NA, Bovans White e Lohmann LSL) no período de 18 a 80 semanas de idade, sendo a linhagem Nick Chik a que apresentou maior pp (pico de postura) com maior s (persistência).

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto completo de dados que sustenta os resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Contribuições do autor

Conceituação: Maia, K. M. e Marcato, S. M., Curadoria de dados: Maia, K. M.; Souza, M. e Benitis, M. I., Análise formal: Rossi, M. R., Investigação: Maia, K. M.; Souza, W. M.; Benitis, M. I. e Freitas, M. V. M., Metodologia: Rossi, M. R. e Marcato, S. M., Gerenciamento de projeto: Maia, K. M., Supervisão: Marcato, S. M.

Declaração de uso de IA generativa

Os autores não utilizaram ferramentas ou tecnologias generativas de inteligência artificial na criação ou edição de qualquer parte deste manuscrito.

Referências

1. Wurtz KE, Thodberg K, Berenjin A, Foldager L, Tahamtani FM, Riber AB. Commercial layer hybrids kept under organic conditions: a comparison of range use, welfare, and egg production in two-layer strains. Poult Sci. 2022;101(7):102005. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102005

2. Becker Ferreira P. Produção de ovos de poedeiras das raças Plymouth rock barrada, Plymouth rock branca e Rhode island red [Tese]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia; 2013. 118 p. Disponível em: http://repositorio.ufsm.br/handle/1/4342

3. Rossi RM, Martins EN. Aspectos genéticos de curvas de probabilidade de postura em codornas. Rev Bras Zootec. 2010;39(8):1547-54. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000800012

4. Ahamad HA. Egg production forecasting: determining efficient modeling approaches. J Appl Poult Res. 2011;20:463-73. Disponível em: https://doi.org/10.3382/japr.2010-00266

5. Shibak A, Maghsoudi A, Rokouei M, Farhangfar HH, Faraji-Arough H. Investigation of egg production curve in ostrich using nonlinear functions. Poult Sci. 2023;102:102333. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102333

6. Fialho FB. Interpretation of the Gompertz growth curve. Concórdia: Embrapa-CNPSA; 1999. 4 p. (Comunicado Técnico, 237). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/437170

7. Richards FJ. A flexible growth function for empirical use. J Exp Bot. 1959;10(2):290-300. Disponível em: https://doi.org/10.1093/jxb/10.2.290

8. Wood PDP. Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature. 1967;216:164-5. Disponível em: https://doi.org/10.1038/216164a0

9. McNally DH. Mathematical model for poultry egg production. Biometrics. 1971;27:735-8. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/i323020

10. Yang N, Wu C, McMillan I. New mathematical model of poultry egg production. Poult Sci. 1989;68:476-81. Disponível em: https://doi.org/10.3382/ps.0680476

11. Nelder JA. The fitting of a generalization of the logistic curve. Biometrics. 1961;17:89-110.

12. Lokhorst C. Mathematical curves for the description of input and output variables of the daily production process in aviary housing systems for laying hens. Poult Sci. 1996;75:838-48. Disponível em: https://doi.org/10.3382/ps.0750838

13. Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG, et al. Brazilian tables for poultry and swine: feed composition and nutritional requirements. 4th ed. Viçosa (MG): UFV; 2017. 488 p.

14. Rossi RM. Introduction to Bayesian methods in the analysis of animal science data using WinBUGS and R. Maringá (PR): Eduem; 2011. 191 p.

15. Bianchi AE, Macedo VP, Silva AS, Silveira ALF, Hill JAG, Zortéa T, et al. Effect of the addition of protected fat from palm oil to the diet of dairy sheep. Rev Bras Zootec. 2018;47:e20160137. Disponível em: https://doi.org/10.1590/rbz4720160137

16. Spiegelhalter DJ, Thomas A, Best N, Gilks W. BUGS – Bayesian inference using Gibbs sampling. Cambridge: MRC Biostatistics Unit; 1994.

17. R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2023. Disponível em: http://www.R-project.org

18. Heidelberger P, Welch P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. Oper Res. 1983;31:1109-44. Disponível em: https://doi.org/10.1287/opre.31.6.1109

19. Bovans White management guide. 2022. Disponível em: https://www.bovans.com/pt-br/bovans-white-and-bovans-brown-layers-pt-br/bovans-white-pt-br/

20. Lohmann LSL Lite management guide. 2022. Disponível em: https://lohmann-breeders.com/media/2020/08/LOHMANN_MG_LSL-Lite_Portuguese.pdf

21. Lohmann NA Lite management guide. 2022. Disponível em: https://www.planaltopostura.com.br/funcionamento

22. Nick Chick management guide. 2022. Disponível em: https://hn-int.com/wp-content/uploads/2020/10/nick-chick-pt-compressed.pdf

23. Galeano C, Cerón-Muñoz MF, López-Herrera A. Comparison of non-linear models to describe egg production curves in commercial laying hens. Rev Colomb Cienc Pecu. 2017;30(4):315-23. Disponível em: https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324866

24. Afonso-Carrillo C, Benavides-Reyes C, Mozos J, Dominguez-Gasca N, Sanchez-Rodríguez E, Garcia-Ruiz AI, et al. Relationship between bone quality, egg production and eggshell quality in laying hens at the end of an extended production cycle (105 weeks). Animals. 2021;11(3):623. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani11030623

25. Akbaş Y, Takma Ç. Canonical correlation analysis for studying the relationship between egg production traits and body weight, egg weight and age at sexual maturity in layers. Czech J Anim Sci. 2005;50(4):163-8. Disponível em: https://doi.org/10.17221/4010-CJAS

26. Finco EM. Modelos de curvas de crescimento de 1 a 119 dias de codornas de postura Vicami [Dissertação]. Maringá (PR): Universidade Estadual de Maringá; 2015. 137 p. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2392183