

Proposta de novo modelo não linear para descrever curvas de crescimento de ovinos da raça Ile de France

André Luiz P. Santos^{1†}, Denise S. A. Ferreira², Eucymara F. N. Santos³, Rayane S. Leite⁴, Frank S. G. Silva⁵, Cícero Carlos R. Brito⁶, Moacyr C. Filho⁷, Guilherme R. Moreira⁸

¹Departamento de Estatística e Informática da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DEINFO-UFRPE).

²DEINFO-UFRPE. E-mail: deniialmeida@gmail.com.

³DEINFO-UFRPE. E-mail: eucymara@gmail.com.

⁴DEINFO-UFRPE. E-mail: rayferreiraleite@gmail.com.

⁵DEINFO-UFRPE. E-mail: franksinatrags@gmail.com.

⁶IFPE. E-mail: cicerocarlosbrito@yahoo.com.br.

⁷DEINFO-UFRPE. E-mail: moacyr2006@gmail.com.

⁸DEINFO-UFRPE. E-mail: guirocham@gmail.com.

Resumo: Avaliaram-se curvas de crescimento de ovinos da raça Ile de France. Foram utilizados 34 animais em oito momentos (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210) dias. Para estimar o crescimento em função do peso-idade, utilizaram-se os modelos: proposto, Logístico e Von Bertalanffy. Os critérios utilizados para indicação do modelo que melhor descreveu a curva de crescimento foram: o coeficiente de determinação (R^2), o desvio médio absoluto (DMA), e o número de interações. Testes de Shapiro-Wilk foram realizados para verificar o pressuposto de normalidade residual; Durbin-Watson, para verificar a independência; e o teste de Breusch-Pagan, para verificar a homocedasticidade dos resíduos. O modelo que apresentou a maior estimativa de peso a maturidade (A) foi o proposto (56,34 kg), seguido por Von Bertalanffy (47,28 kg) e Logístico (42,71 kg). A taxa de crescimento dos animais (k) foi superior no modelo Logístico (0,03), seguido pelos modelos Von Bertalanffy (0,01) e proposto (0,01). O R^2 , foi semelhante entre os modelos. Entretanto o modelo de proposto apresentou o menor DMA, seguido dos modelos Von Bertalanffy e o Logístico. Os modelos proposto, Logístico e Von Bertalanffy podem ser utilizados para descrever curvas de crescimento de ovinos da raça Ile de France. Contudo, o modelo proposto apresenta ajuste superior, ou seja, deve ser escolhido para descrever curvas de crescimento de ovelhas da raça Ile de France de acordo com a metodologia e condições em que foi desenvolvido o presente estudo.

Palavras-chave: Produção Animal; Seleção de Modelos; Taxa de Crescimento.

Abstract: The objective of this work was to evaluate growth curves of Ile de France sheep. Thirty-four animals were used at eight times (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 and 210) days. In order to estimate growth as weight-age function, we used the models: proposed, Logistic and Von Bertalanffy. The criteria used to indicate the model that best described the growth curve were the determination coefficient (R^2), the mean absolute deviation (MAD) and the number of interactions. Shapiro-Wilk tests were performed to verify the residual normality assumption; Durbin-Watson, to verify the Independence; and the Breusch-Pagan test, to verify the residues homoscedasticity. The model that presented the highest weight at maturity (A) was the one proposed (56.34 kg), followed by Von Bertalanffy (47.28 kg) and Logistic (42.71 kg). The animals growth rate (k) was higher in the Logistic model (0.03), followed by the Von Bertalanffy (0,01) and proposed (0,01) models. The R^2 was similar between the models. However, the proposed model presented the lowest MAD, followed by the Von Bertalanffy and Logistic models and also the lowest number of interactions. The proposed models, Logistic and Von Bertalanffy can be used to describe growth curves of Ile de France sheep. However, the proposed model presents a superior fit, that is, it should be chosen to describe growth curves of Ile de France breed according to the methodology and conditions which the present study was developed.

Keywords: Animal production; Selection of Models; Growth rate.

†Autor correspondente: andrefensor@hotmail.com.

Introdução

O Brasil possui, segundo a pesquisa pecuária municipal em 2017, um rebanho correspondente a 17.976.367 milhões de ovinos. Destes, 11.544.903 (64,22% do total) estão concentrados no Nordeste, região de maior criação (IBGE, 2019).

A raça Ile de France é originária de região próxima a Paris, denominada Ile de France foi selecionada para produção de carne. É uma raça de porte elevado e apresenta boa cobertura muscular. Pode ser considerada precoce para maturidade fisiológica da carcaça (MACEDO, 2017).

Com a expansão do mercado da carne ovina no Brasil, são necessárias pesquisas para indicação do peso ideal de abate dos grupos genéticos mais adequados às condições locais, visando maior eficiência produtiva e econômica (Furusho-Garcia et al., 2004).

Na seleção de animais para corte, geralmente são utilizadas características de crescimento mensuradas individualmente em pontos específicos da vida do animal, como os pesos ao nascimento, à desmama e ao primeiro ano de idade (LOBO et al., 2005).

Modelos não-lineares podem ser utilizados para descrever o crescimento do animal ao longo do tempo, permitindo avaliar fatores genéticos e ambientais que influenciam o crescimento e, desse modo, alterá-la por meio de seleção, identificando animais com maior velocidade de crescimento, sem alterar o peso a maturidade (SARMENTO et al., 2006).

Vários pesquisadores têm utilizado modelos não-lineares em estudos de crescimento de ovinos (YILMAZ et al., 2018; MAKOVICKÝ et al., 2017; SANTOS et al., 2018). Entretanto, existem poucos estudos sobre o crescimento de ovinos da raça Ile de France (MOREIRA, et al 2016).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi de propor um novo modelo de crescimento, em ovinos da raça Ile de France.

Metodologia

Dados

Foram utilizados base de dados de crescimento de ovinos, originalmente apresentado no artigo de Moreira et al. (2016) Tabela 1.

Tabela 1 – Peso do nascimento até 210 dias em ovinas da raça Ile de France criados no município de Ponta Grossa – PR.*

	Idade dos animais							
	0	30	60	90	120	150	180	210
Peso (kg)	4,58	13,58	19,58	27,99	33,99	37,08	339,67	43,18

* tabela adaptada de Moreira et al. (2016).

Modelos avaliados

Os modelos de crescimento avaliados foram:

- $Y = A + Be^{-kt} + \varepsilon$, *Proposto*,
- $Y = A(1 + Be^{-kt}) + \varepsilon$, *Logístico*,
- $Y = A(1 - Be^{-kt})^3 + \varepsilon$, *Von Bertalanffy*.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 257-265, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS)

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO)

Sendo Y o peso do animal, A é o peso assintótico (peso a maturidade), B constante de integração, k é a taxa de maturidade e t é a variável independente (idade em dias). Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo método de Gauss Newton modificado por meio do procedimento "nls" do Software livre R versão 3.3.1, (2016).

O modelo proposto foi obtido a partir do trabalho de Santos et al. (2018) onde os autores apresentaram os modelos Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logístico e Gompertz como subcasos do que eles denominaram de método gerador de modelos de crescimento e decrescimento obtidos a partir de equações diferenciais. Assim, o modelo proposto neste trabalho foi desenvolvido a partir deste método gerador.

Critério para seleção de modelo

Os critérios utilizados para selecionar o modelo que melhor descreveu a curva de crescimento foram:

- Número de interações
- Coeficiente de determinação (R^2), descrito como:

$$R^2 = \frac{SQR}{SQT}$$

É a razão entre a soma de quadrados da regressão (SQR) e a soma de quadrado total (SQT);

- Desvio médio absoluto (DMA), onde:

$$DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

Definida como a média das diferenças absolutas entre os valores reais (y_i) e os valores previstos no modelo (\hat{y}_i), dividido por n (número de observações).

Análise de resíduo

Foram realizados testes de Shapiro-Wilk, para verificar o pressuposto de normalidade residual; Durbin-Watson, para verificar a independência e o teste de Breusch-Pagan, para verificar a homocedasticidade dos resíduos.

Resultados e discussão

A análise de resíduos para os modelos estudados, apresentaram distribuição normal, são independentes e homocedásticos ($p > 0,05$), ou seja, todos os modelos podem ser utilizados para estimativas de curvas crescimento de ovinos da raça Ile de France (Tabela 2).

Como os dados são tomados longitudinalmente em cada animal (DE ASSUMPÇÃO MAZZINI et al, 2005). Se tais considerações são ignoradas no processo de ajuste, podem ocorrer, a obtenção de estimativas viesadas (PASTERNAK & SHALEV, 1994) e a subestimação das variâncias dos parâmetros (SOUZA, 1998).

Tabela 2 – Valores das estatísticas dos testes de normalidade, independência e homocedasticidade, com os respectivos p-valor, aplicados aos resíduos dos modelos avaliados.

Modelos	Shapiro-Wilk	P-Valor	Durbin-Watson	P-Valor	Breusch-Pagan	P-Valor
---------	--------------	---------	---------------	---------	---------------	---------

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 257-265, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS)

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO)

Proposto	0,95	0,76	1,98	0,30	0,03	0,85
Logístico	0,94	0,65	2,05	0,34	0,48	0,48
Von Bertalanffy	0,94	0,67	2,86	0,82	0,11	0,74

As estimativas dos parâmetros foram todos significativos ($p < 0,05$), ou seja, todos os modelos podem ser utilizados para estimativas de crescimento (tabela 4 e figura 1). A relação biológica mais importante para uma curva de crescimento são parâmetros A e k., O modelo (tabela 4) que apresentou a maior estimativa de peso a maturidade (A) foi o, proposto (56,34 kg), seguido por Von Bertalanffy (47,28 kg) e Logístico (42,71 kg).

Ovinos da raça Ile de France têm peso a maturidade (A) superiores a ovinos da raça Morada Nova como observados em trabalhos de De Andrade Souza et al. (2011), onde o peso a maturidade (A) para os modelos Logístico e Von Bertalanffy alcançaram valores de (26,01 kg; 28,07 kg), respectivamente e ovinos da raça Santa Inês para os modelos Von Bertalanffy (24,81 kg), e Logístico (23,16 kg), obtidos em trabalho de Sarmiento et al., (2006) em 7.271 registros de pesos do nascimento aos 196 dias de idade de 952 crias, controlados de 1983 a 2000.

Contudo, o parâmetro A foi muito próximo se comparado ao do estudo de Falcão et al. (2015) com machos da raça Ile de France, que obtiveram os seguintes resultados nos modelos Von Bertalanffy (47,95 kg), e Logístico (41.32 kg). Entretanto o modelo proposto estimou valores de peso a maturidade superiores aos modelos em estudo.

Outro parâmetro importante é o k, que representa a velocidade de crescimento para atingir o peso assintótico (a maturidade). O modelo Logístico (0,03) foi superior aos demais modelos Von Bertalanffy (0,01) e proposto (0,01).

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Falcão et al. (2015) em machos da raça Ile de France com valores de (0,01 e 0,03) para os modelos Von Bertalanffy e Logístico, respectivamente, Santos et al. (2018) em ovinos da raça Santa Inês com valores de, 0,03 Logístico e 0,02 Von Bertalanffy. Sarmiento et al., (2006) observou a taxa de maturidade do animal (k) foi superior no modelo Logístico (0,03), seguido pelo modelo Von Bertalanffy (0,02)., Portanto animais que têm maior taxa de maturidade (k), terão menor peso à idade adulta (A), ou seja, animais mais precoces terão menor peso a maturidade como observados nesse estudo e nos de McManus et al. (2003), Sarmiento et al., (2006) e Falcão et al. (2015).

O coeficiente de determinação tem sido utilizado como critério de seleção do modelo mais adequado na maioria dos estudos sobre curvas de crescimento animal. Porém, critérios para selecionar a melhor função de crescimento têm sido utilizados em diversos trabalhos (YILMAZ et al., 2018; MAKOVICKÝ et al., 2017; LUPI et al. 2015). Quanto maior o número de critérios considerados, mais segura é a indicação dos melhores modelos (TEIXEIRA NETO et al., 2016). Por outro lado, quando o número de avaliadores é grande, a escolha dos modelos pode se constituir em um processo complexo (SILVEIRA et al., 2011).

O R^2 que nos dá a proporção da variabilidade total na variável resposta (peso dos animais), que é explicada pela variável explicativa (idade dos animais), foi semelhante entre os modelos (tabela 4), como representado na Figura 1, na qual constam as curvas correspondentes às equações ajustados dos referidos modelos.

Sarmiento et al., (2006) em estudo com ovinos Santa Inês, Falcão et al. (2015) trabalhando com ovinos Ile de France e Lupi et al. (2015) em pesquisa com ovelhas Segureña, também observaram R^2 semelhantes entre os modelos Von Bertalanffy e o Logístico, porém com menor qualidade de ajustes (Tabela 3).

Tabela 3 – Coeficiente de determinação (R^2) para os modelos estudados pelos autores

Autores	Modelos	
	Von Bertalanffy	Logístico
Sarmiento et al., (2006)	0,720	0,718
Falcão et al. (2015)	0,958	0,958
Lupi et al. (2015)	0,923	0,921

Entretanto o modelo proposto, apresentou o menor número de interações e menor valor de DMA (Tabela 4), seguido dos modelos Von Bertalanffy e o Logístico. Segundo Lock et al. (2017) caso um modelo ajuste perfeitamente aos dados observados, o DMA será igual a zero. Caso um modelo se ajuste precariamente os dados à série, o DMA será grande. Ao comparar dois ou mais modelos, seleciona-se o modelo com o DMA menor.

Esses resultados foram semelhantes àqueles apresentados por De Andrade Souza et al. (2011), com relação aos valores de DMA, em um estudo sobre a curva de crescimento em ovinos da raça morada nova criados no estado da Bahia, onde o modelo Logístico se apresentou como aquele de pior resultado para este critério seguido dos modelos Gompertz e Von Bertalanffy. Sarmiento et al., (2006) observou valores de DMA de (0,1569; 0,1552 e 0,2865) para os modelos Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico, respectivamente.

Na literatura consultada, observou-se variação quanto aos modelos indicados para ajustar a curva de crescimento. Lewis et al. (2002) optaram pelo modelo Gompertz para o estudo da curva de crescimento de ovinos Suffolk. McManus et al. (2003) recomendaram o modelo Logístico para o ajuste da curva de crescimento de ovinos Bergamácia. Santos et al. (2018) concluíram que modelo proposto por eles apresenta ajuste médio superior e, portanto, deve ser preferido aos demais modelos estudados para descrição da curva média de crescimento de ovinos da raça Santa Inês.

Essa divergência quanto aos diferentes modelos ajustados é teoricamente compreensível, pois depende do padrão de crescimento dos animais em estudo, pode ser em função da desuniformidade dos estudos quanto a quantidade de dados, oscilação nos valores dos pesos, número de pesagens por animal e idade da última pesagem (TORAL, 2008). De acordo com Cavalcante et al. (2013), o melhor modelo a ser utilizado é aquele que melhor se adapta e apresenta resultados mais adequados ao caso de estudo.

Tabela 4 – Estimativa dos parâmetros: peso assintótico (A), constantes de integração (B), taxa de maturidade (k), e avaliadores de qualidade de ajuste: coeficiente de determinação (R^2), desvio médio absoluto (DMA) e número de interações (N. Int.) dos modelos estudados.

Modelos	Estimativa dos parâmetros			Avaliadores de qualidade		
	A	B	K	R^2	DMA	N. Int.
Proposto	56,34	-52.12	0,01	0,996	0,60	4
Logístico	42,71	5,45	0,03	0,992	0,93	9
Von Bertalanffy	47,28	0,52	0,01	0,997	0,65	7

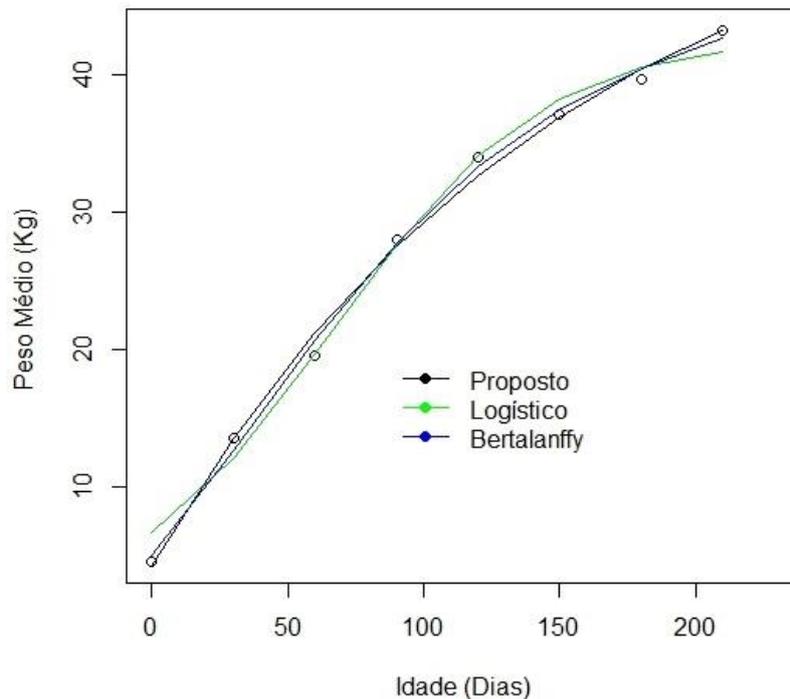


Figura 1. Curvas de crescimento observada e dos modelos estudados, em ovinos da raça Ile de France

Conclusão

Os modelos não lineares, proposto, Logístico e Von Bertalanffy são indicados para descrever curvas de crescimento de ovinos da raça Ile de France. Porém, o modelo proposto apresentou pequena superioridade e, portanto, deve ser preferido para descrição da curva de crescimento de ovinos machos da raça Ile de France de acordo com a metodologia e condições em que foi desenvolvido o presente estudo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)

Referências Bibliográficas

CAVALCANTE, D.H.; CAMPELO, J.E.G.; SOUSA JÚNIOR, S.C.; SOUSA, G.G.T.; ARAÚJO, J.I.M.; ARAÚJO, A.C.; FONSECA, W.J.L.; BARROS JÚNIOR, C.P.; ARAÚJO, A.M. Modelos não paramétricos para ajustes de curva de crescimento em caprinos Sem Raça Definida (SRD). *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v.11, n.3, p.283-289, 2013.

DE ASSUMPCÃO MAZZINI, A R.; MUNIZ, J. A.; SILVA, F. F.; de AQUINO, L. H. Curva de crescimento de novilhos Hereford: heterocedasticidade e resíduos autorregressivos. *Ciência Rural*, v. 35, n. 2, p. 422-427, 2005.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 257-265, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS)
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO)

DE ANDRADE SOUZA, Laaina et al. Curvas de crescimento em ovinos da raça morada nova criados no estado da Bahia1. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 8, p. 1700-1705, 2011.

FALCÃO, P. F.; PEDROSA, V. B.; MOREIRA, R. P.; SIEKLICKI, M. D. F.; ROCHA, C. G.; SANTOS, I. C.; MARTINS, A. D. S. Curvas de crescimento de cordeiros da raça Ile de France criados em confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 16, n. 2, p.377-386, 2015.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S.; LIMA, A. L.; QUINTÃO, F. A. Estudo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês Puros e Cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.453-462, 2004.

GOMES DA SILVEIRA, F.; SILVA, F. F.; CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; MUNIZ, J. A. Análise de agrupamento na seleção de modelos de regressão não-lineares para curvas de crescimento de ovinos cruzados. *Ciência Rural*, v. 41, n. 4, 2011.

IBGE. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.br>. Acesso em: 01 de janeiro de 2019.

LEITE, E. R. *A cadeia produtiva da ovinocultura e da caprinocultura de corte*. In: Do campus para o campo: tecnologias para produção de ovinos e caprinos. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. p.21-32.

LEWIS, R.M.; EMMANS, G.C.; DINGWALL, W.S. et al. A description of the growth of sheep and its genetic analysis. *Animal Science*, v.74, p.51-62, 2002.

LOBO, R. N. B.; VILLELA, L. C. V.; LOBO, A.; PASSOS, J. D. S.; de OLIVEIRA, A. A.; de ALMEIDA, S. A. Avaliação da curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 4 f. CD ROM.

LOCK, R. H.; LOCK, P. F. MORGAN, K. L.; LOCK, E. F.; LOCK, D. F. *Estatística revelando o poder dos dados*. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S. et al. Estudo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês Puros e Cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.453-462, 2004.

LUPI, T.; NOGALES, S.; LEÓN, J.; BARBA, C.; DELGADO, J. Characterization of commercial and biological growth curves in the Segureña sheep breed. *Animal*, v. 9, n. 8, p. 1341-1348, 2015.

MACEDO, F. A. F. Raças Ovinas de Clima Temperado no Brasil. In: SELAIVE-VILLARROEL, A. B; OSÓRIO, J. C. S. *Produção de ovinos no Brasil*. 1 ed. São Paulo: Roca, cap 7.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 257-265, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS)
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO)

- MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S.; SANTOS, P. F. et al. Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 9, n. 2, p. 210- 218, 2008.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MELLO, P.R.A.M. et al. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. *Small Ruminant Research*, v.84, p.16-21, 2009.
- MAKOVICKÝ, P., MELINDA-NAGY, M., MAKOVICKÝ, P. Growth curves in lambs of various genotypes created on the basis of improved valachian and Tsigai breeds. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunnensis*, v. 65, n. 13, p.111-118, 2017.
- MCMANUS, C.; FERNANDES, L. A. C.; MIRANDA, R. M.; MORENO-BERNAL, F. E.; SANTOS, N. R. Curvas de Crescimento de Ovinos Bergamácia Criados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 5, p.1 207-1212, 2003.
- MOREIRA, R. P.; BRENO PEDROSA, V.; FALCÃO, P. R.; SIEKLICKI, M. D. F., GOMES ROCHA, C.; CORDEIRO DOS SANTOS, I.; FERREIRA, E. M.; DE SOUZA MARTINS, A. Growth curves for Ile de France female sheep raised in feedlot. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 37, n. 1, p.303-310, 2016.
- PASTERNAK, H.; SHALEV, B.A. The effect of a feature of regression disturbance on the efficiency of fitting growth curves. *Growth, Development & Aging*, Bar Harbor, v. 58, n. 1, p. 33-39, 1994.
- R Development Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. URL <http://www.R-project.org>
- SANTOS, A. L. P.; MOREIRA, G. R.; BRITO, C. C. R.; GOMES-SILVA, F.; DA COSTA, M. L. L.; PIMENTEL, P. G.; FILHO. M. C.; MIZUBUTI, I. Y. Method to generate growth and degrowth models obtained from differential equations applied to agrarian sciences. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 39, n. 6, p. 2659-2672, 2018.
- SARMENTO, J. L. R.; REGAZZI, A. J.; SOUSA, W. D.; TORRES, R. D. A.; BRENDA, F. C.; MENEZES, G. D. O Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p. 435-442, 2006.
- SILVA, F.L.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; PACKER, I.U.; MOURÃO, G.B. Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.3, p.262-271, 2011.
- SOUZA, G. S. *Introdução aos modelos de regressão linear e não linear*. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-SEA, 1998. 489p.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 257-265, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS)
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO)

TEIXEIRA NETO, M. R.; CRUZ, J. F da; FARIA, H. H. N.; SOUZA, E. S.; CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M. Descrição do crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos não-lineares selecionados por análise multivariada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 17, n. 1, p. 26-36, 2016.

TORAL, F.L.B. Número e intervalo de pesagens para estimação de parâmetros de curvas de crescimento em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 12, p. 2120–2128, 2008.

ZAMPRONI, V.; PEREZ, H. L.; MORENO, G. M. B.; GARCIA SOBRINHO, A.; QUEIROZ, S. A.; THOLON, P. Modelos de curva de crescimento para ovinos de diferentes grupos genéticos entre as raças Ideal e Ile de France. In: ZOOTECH, CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Londrina. *Anais...* Londrina: Associação Brasileira de Zootecnia, 2007.

YILMAZ, A.; KARAKUS, F.; BINGÖL, M.; KAKI, B.; SER, G. Effects of some factors on growth of lambs and the determination of growth curve models. *Indian Journal of Animal Research*, v. 52, n. 9, 1257-1262, 2018.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 257-265, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS)
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO)