



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA**



CURVA DE CRESCIMENTO EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS

LAÍZA SOFIA ACIOLI DA SILVA

Rio Largo – AL

2010

LAÍZA SOFIA ACIOLI DA SILVA

CURVA DE CRESCIMENTO EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Angelina Bossi Fraga

Rio Largo – AL

2010

**Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

S586c Silva, Laiza Sofia Acioli da.
Curva de crescimento em ovinos da raça Santa Inês / Laiza Sofia Acioli da Silva. – 2011.
36 f. : il., tabs., graf.

Orientadora: Angelina Bossi Fraga.
Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas.
Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2011.

Inclui bibliografia.

1. Raça (santa Inês). 2. Ovinos – Crescimento. 3. Ovinos – Peso. 4. Ovinos – Melhoramento genético. 5. Modelos não lineares. I. Título.

CDU: 636.32/38

TERMO DE APROVAÇÃO

LAÍZA SOFIA ACIOLI DA SILVA

CURVA DE CRESCIMENTO EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS

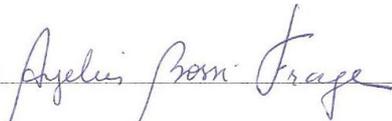
Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Aprovado em 14/12/2010

Orientadora:

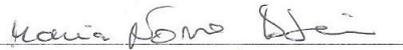
Profª Drª Angelina Bossi Fraga



CECA-UFAL

Membros da banca examinadora:

Profª Drª Maria Norma Ribeiro



DZ-UFRPE

Prof Dr Humberto Tonhati



FCAV-UNESP

Rio Largo – AL

2010

À minha mãe,

Gilda Acioli,

dedico ...

Às minhas sobrinhas,

Alícia Maria e Anna Teresa,

Ofereço...

AGRADECIMENTOS

Sem dúvida nenhuma serei grata *ad eternum!*

Agradeço a Deus, por ter me guiado e protegido durante todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais, Petrúcio da Silva e Gilda Acioli, que sempre me apoiam em tudo o que faço, preocupados com meu crescimento, com muita dedicação e cuidado, aos quais devo tudo o que hoje sou. Em especial à minha mainha, pela dedicação imensurável, pelas oportunidades e principalmente pelo amor sem limites.

Aos meus irmãos Martha Priscilla e Luiz Augusto, pelo carinho, amor, alegria e incentivo em todos os momentos de minha vida. Amo muito vocês!

À minha orientadora Professora Doutora Angelina Bossi Fraga, que com muita paciência e dedicação, ajudou-me a moldar e trilhar da melhor maneira possível a realização desse trabalho. Como também por ter sido mais que uma orientadora em minha vida, por ter sido uma grande amiga, mãe e professora. Pela enorme confiança depositada, pelas maravilhosas reuniões em sua casa, nossas incontáveis tardes de estudo e, acima de tudo, por ter me ensinado com seus exemplos o que é ser profissional. *Ave Magister!*

Ao professor Doutor José Teodorico de Araújo Filho, por todos os ensinamentos, pela amizade e pelo constante apoio durante todos esses anos.

Aos meus queridos colegas de curso, Rafael Medeiros, Alexsandro Araújo, Hugo Batista, Andreza Marinho, Edivânia Lima, Douglas Menezes, Wilson Brito e Mariah Tenório, pela amizade sincera e duradoura, a torcida, festas, risadas e almoços diários. Vocês ficarão para sempre comigo! Sentirei muita falta!

A todos os outros companheiros de curso, pelo incentivo, preocupação, diversão e o apoio nesses quase 2 anos de convívio.

À minha linda família: tias, tios, primos, primas e nossos bebês. Vocês são tudo na minha vida!

Em especial à Poly, por ter sido minha prima, amiga, irmã, filha, mãe e confidente. Você é muito especial! Também aos queridos Wesley Torres, Amanda Acioli, Giovanni Calheiros e Nayanna Albuquerque, por me entenderem, pelos diversos

momentos de diversão e alegria e, principalmente, por acreditarem em meu potencial!

Amo vocês!

À Universidade Federal de Alagoas que me deu a sublime oportunidade de galgar um patamar superior em minha jornada educacional, bem como o incentivo necessário para que eu continue a crescer.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas.

À FAPEL e a CAPES, pelo apoio com bolsas de estudo.

A todos que, de forma direta e indireta, me auxiliaram nesse trabalho.

RESUMO

Objetivou-se com a realização desta pesquisa descrever o padrão de crescimento em ovinos da raça Santa Inês por meio de modelos não-lineares e, após a obtenção do modelo de melhor ajuste foi estudado a influência dos efeitos ambientais sobre os parâmetros da curva. Os modelos utilizados foram: Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz e Logística. Foram utilizadas 773 informações referentes a 162 animais, com idade variando de 120 a 774 dias, sendo 46 machos e 116 fêmeas. As estatísticas usadas para avaliar a qualidade de ajuste incluíram QMR (Quadrado médio do resíduo), C% (percentual de convergência), R^2 (coeficiente de determinação) e DMA (Desvio médio absoluto). Dos efeitos fixos estudados o único efeito que foi significativo foi o efeito de sexo para o parâmetro A. Segundo os critérios de QMR, C%, R^2 e DMA não houve diferença entre os modelos de Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logística. Por outro lado, o modelo de Richards apresentou problemas durante o processo de convergência. O modelo Logístico apresentou em todos os critérios o melhor ajuste para descrever o padrão de crescimento de ovinos da raça Santa Inês.

Palavras-chave: Modelos não-lineares. Ovinos. Peso. Santa Inês.

ABSTRACT

The objective of this research is describe the growth in Santa Ines sheep by nonlinear models, after obtaining the best model it was study the influence of environmental effects on the parameters of the curve. The models used were: Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz and Logistic. Were used 773 informations to 162 animals, age between 120 to 774 days, belong 46 males and 116 females. The statistics used to evaluate the quality of fit included QMR (residual mean square), C% (percentage of convergence), R^2 (determination coefficient) and DMA (mean absolute deviation). Fixed-effects studied the only effect that was significant was the effect of sex on the parameter A. According to the criterion of QMR, C%, R^2 and DMA, that was not differences between models of Brody, Von Bertalanffy, Gompertz and Logistic. Another way, the Richards Model showed difficulty of convergency. Logistic model had the best adjusts to describe growth in Santa Inês Sheep, belong to the Elite herd.

Keywords: Nonlinear models. Santa Inês. Sheep. Weight.

LISTA DE FIGURAS

- | | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Pesos observados e estimativas do peso em função da Idade obtidos pelos modelos Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz, Logístico em ovinos da raça Santa Inês. | 12 |
| Figura 2 | Estimativa do peso em função da Idade obtida pelo modelo Logístico, em ovinos machos e fêmeas da raça Santa Inês. | 16 |
| Figura 3 | Estimativa do ganho de peso em função da idade obtida pelo modelo Logístico para ovinos da raça Santa Inês. | 17 |
| Figura 4 | Estimativa do ganho de peso em função da idade obtida pelo modelo Logístico para machos e fêmeas de ovinos da raça Santa Inês. | 18 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Forma geral dos modelos não-lineares	9
Tabela 2	Estimativa média dos parâmetros (A, B, k e m), quadrado médio do resíduo - QMR, coeficiente de determinação - R^2 , percentual de convergência - C% e desvio médio absoluto - DMA, de acordo com os modelos estudados	10
Tabela 3	Estimativa dos parâmetros A, k e m obtidos pelo modelo Logístico e correlação de Pearson entre A e k em ovinos (rebanho elite) da raça Santa Inês	15

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO.....	10
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
1.2 Aspectos Teóricos de Modelos Não-Lineares.....	12
1.3 Modelos de Brody, Von Bertalanffy, Logístico, Gompertz e Richards.....	12
1.4 Parâmetros A, B, K, M.....	13
1.5 Taxa de Crescimento Absoluta Instantânea	14
1.6 Taxa de Crescimento Instantânea Relativa e Absoluta.....	14
1.7 Ponto de Inflexão.....	14
1.8 Taxa de Maturidade.....	14
1.9 Critérios Utilizados Para Selecionar o Modelo.....	15
REFERÊNCIAS	16
2 CURVA DE CRESCIMENTO EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS	18
2.1 Introdução.....	20
2.2 Material e métodos.....	21
2.3 Resultados e discussão.....	24
2.4 Conclusão.....	32
2.5 Agradecimentos.....	32
REFERÊNCIAS.....	33
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35

INTRODUÇÃO

O crescimento pode ser compreendido como um processo dinâmico que envolve a variação dos parâmetros que definem um organismo. Esse conjunto de mudanças que ocorre no indivíduo, ao longo de sua vida, pode ser avaliado por meio das curvas de crescimento determinadas pelo peso em função da idade do animal. Tem sido avaliado tomando-se várias medidas de peso, no mesmo indivíduo, em diferentes momentos de sua vida.

Uma das principais fontes de informação para avaliação genética e seleção dos animais, é o peso obtido durante todas as fases de seu desenvolvimento. As pesagens podem ser realizadas durante várias vezes ao longo da vida animal, o que caracteriza as chamadas medidas repetidas. O crescimento pode ser numericamente expresso, possibilitando assim, sua análise quantitativa.

Segundo Davidian & Glitinan (1996), as curvas de crescimento se destacam em analisar medidas repetidas, e relacionam o peso com a idade do animal por meio de funções não-lineares.

As primeiras pesquisas sobre as curvas de crescimento e desenvolvimento peroderal dos animais começaram com as investigações de Hammond (1932) e dos membros da Escola de Cambridge. Logo em seguida, vieram os trabalhos de Brody (1945) e Palsson (1955), os quais conseguiram representar, graficamente, o crescimento dos animais por meio de uma curva.

Geralmente, as curvas de crescimento se apresentam crescimento na primeira fase de vida lento, seguido por uma fase de auto-aceleração até atingir o máximo, e por volta da puberdade ocorre uma fase de autodesaceleração (Berg & Butterfield, 1976). Segundo Perez et al. (2000) a curva de crescimento é muito semelhante em todas as espécies. Esta é composta de uma fase de aceleração que acontece do nascimento a puberdade, uma fase de inflexão, durante a puberdade e, uma fase de inibição após a puberdade. A forma mais rotineira de se medir o crescimento é por meio da avaliação do peso em um determinado período.

1 REVISÃO DE LITERATURA

Trajetórias de crescimento foram estabelecidas pela utilização de funções matemáticas, com interpretação biológica de alguns parâmetros, podendo serem utilizadas como ferramentas de critério de seleção (Fitzhugh Jr., 1976).

De acordo com Brasão & Silva (2005), o termo curva de crescimento refere-se à representação gráfica do peso do animal ou massa corporal em relação à idade. As curvas de crescimento apresentam um formato sigmóide. Seu estudo se dá por meio de funções não-lineares e é muito utilizado na produção animal. Nessas funções é possível mostrar em poucos parâmetros as características de crescimento de uma determinada população. Alguns desses parâmetros apresentam interpretações biológicas e podem servir como ferramenta para identificar animais mais precoces para serem utilizados em programas de seleção e melhoramento genético.

De acordo com Freitas (2005), dentre as várias aplicações das curvas de crescimento na produção animal, destacam-se:

1. Resumir em três ou quatro parâmetros, as características de crescimento da população, pois alguns parâmetros dos modelos não-lineares utilizados podem ser interpretados biologicamente;
2. Estudar o perfil de respostas de tratamentos ao longo do tempo;
3. Estudar as interações de respostas das subpopulações ou dos tratamentos com o tempo;
4. Identificar em uma população os animais de maior peso em uma menor idade.
5. Obter a variância entre e dentro de indivíduos, o que é de grande interesse nas avaliações genéticas.

Os modelos matemáticos não-lineares, que relacionam peso e idade, tem se mostrado eficientes para descrever as curvas de crescimento nas diferentes espécies animais. Tais modelos possibilitam condensar grandes conjuntos de informações de peso por idade em pequenos números de parâmetros para facilitar a interpretação e o entendimento. Segundo Oliveira et al (2000), diversas funções já foram utilizadas para descrever as curvas de crescimento em animais. Porém, na atualidade, as funções não-lineares com parâmetros que possuem interpretação biológica e relacionam o peso com a idade do

animal, são as mais utilizadas. De acordo com Mansour et al. (1991), tais funções também podem conter informações sobre as variações genética e ambiental que ocorrem entre as avaliações consecutivas dos animais. As variações a que as curvas de crescimento são passíveis, podem alterar o formato da curva.

Tedeschi et al. (2000), descreveu que nos modelos não-lineares utilizados para descrever curvas de crescimento, os parâmetros com interpretação biológica são representados principalmente pelo peso assintótico superior, que representa o peso à maturidade e a taxa de maturidade, a qual é definida como sendo um indicador de velocidade de crescimento. Os demais parâmetros são considerados constantes matemáticas que auxiliam na determinação da forma da curva. Os parâmetros apropriados das funções de crescimento poderiam também ser usados para calcular e prever linhas de crescimento e de maturidade dos animais puros ou grupos cruzados (Goodwardene et al., 1981).

Em modelos não-lineares, a resolução direta dos sistemas de equações não é possível, pois essa resolução depende dos parâmetros a serem estimados. Deste modo, é necessário o uso de um processo iterativo para a obtenção das estimativas dos parâmetros a serem estimados. Calcula-se a soma do quadrado do erro, a cada passo, obtém-se um conjunto de estimativas atualizadas até o procedimento convergir para um vetor final de estimativas, obtendo-se a soma mínima de quadrados do erro (Sarmiento et al., 2006).

Dentre os vários modelos matemáticos para estudo da curva de crescimento animal, os mais citados na literatura são: Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico.

1.2 Aspectos Teóricos de Modelos Não-Lineares

1.3 Modelos de Brody, Von Bertalanffy, Logístico, Gompertz e Richards

O estudo de curvas de crescimento iniciou com o modelo de Von Bertalanffy em experimentos metabólicos (Richards, 1959). A equação que descreve esse modelo é a seguinte: $y = \left\{ \eta / k - (\eta / k - y_0^{-m}) e^{-(1-m)kt} \right\}^{1/(1-m)}$, em que y é o peso do animal; η e k são constantes de anabolismo e catabolismo, respectivamente; y_0 é o valor de y quando o tempo t é igual a zero; quando $t \rightarrow \infty$, a curva do modelo converge assintoticamente para $(\eta/k)^{1/(1-m)}$, resultando em A (peso limite do animal). Porém

esse modelo proporcionava resultados irrealistas, o qual foi reescrito algumas vezes até chegar ao modelo final: $y^{1-m} = A^{1-m}(1 \pm be^{-kt})$.

Com base nesse modelo final, e de acordo com a variação do ângulo m , todos os modelos são obtidos. Quando $0 < m < 1$, tem-se um modelo intermediário entre o Brody e o Gompertz; quando $1 < m < 2$, o formato se situa entre o modelo de Gompertz e o modelo Logístico; quando $m > 2$, o resultado é um modelo similar a logístico, porém, assimétrico, em que o ponto de inflexão pode ser alterado para um valor maior do que $y = A/2$.

$$y^{1-m} = A^{1-m}(1 \pm be^{-kt})$$

Brody: $y = A(1 - be^{-kt})(m = 0)$

Von Bertalanffy: $y = A(1 - be^{-kt})^3(m = 2/3)$

Logística: $y = A/(1 + be^{-kt})(m = 2)$

Gompertz: $y = Ae^{-be^{-kt}}(m \rightarrow 1)$

Richards: $y_t = A(1 - be^{-kt})^m(m \text{ variável})$

y = peso corporal em idade t ;

A = peso assintótico;

b = constante de integração;

k = taxa de maturação;

m = parâmetro que dá forma à curva (ponto de inflexão)

t = tempo

1.4 Parâmetros A, B, K, M

O parâmetro A é uma estimativa do peso assintótico quando $t \rightarrow \infty$, ou seja, esse parâmetro é tido como o peso à idade adulta. Quando o peso adulto do animal não é atingido A reflete o peso nas últimas pesagens.

O parâmetro b não possui interpretação biológica, porém é importante para modelar a curva. É um parâmetro de escala (constante de integração), sendo estabelecida pelos valores iniciais de y e t .

O índice de maturidade, k , é a razão entre a taxa de crescimento máxima e o tamanho adulto, a qual expressa a redução na taxa de crescimento relativa, em que valores menores indicam taxa de crescimento relativa mais rápida.

O parâmetro m é tido como o parâmetro de inflexão, que estabelece o grau de maturidade no ponto de inflexão. Esse parâmetro é variável para o modelo geral, porém, é muito bem definido em cada um dos modelos usados.

1.5 Taxa de Crescimento Absoluta Instantânea

A taxa de crescimento absoluta instantânea - TCA estima o aumento no peso em cada unidade de tempo t ; no modelo geral a TCA é dada por:

$$\partial y / \partial t = \mp K A b e^{-kt} (1 - m)^{-1} (1 \pm b e^{-kt})^{m/(1-m)}$$

Quando se substituem os valores de m de acordo com os valores para cada equação, tem-se:

$$\text{BRODY: } K(A - y_t),$$

$$\text{VON BERTALANFFY: } 3bKy_t e^{-Kt} (1 - e^{-Kt})^{-1}$$

$$\text{LOGÍSTICO: } Ky_t(A - y)/A$$

$$\text{GOMPertz: } Ky_t \log_e(A/y)$$

$$\text{RICHARDS: } AbKme^{-Kt} (1 - b e^{-Kt})^{(m-1)}$$

1.6 Taxa de Crescimento Instantânea Relativa e Absoluta

A taxa de crescimento instantânea relativa (TCIR) no tempo t em relação ao peso do indivíduo no particular tempo t , é obtida do modelo geral, de acordo com a variação de m .

$$y_t^{-1} \left(\frac{\partial y_t}{\partial t} \right) = \mp K b e^{-Kt} [(1 - m)(1 \mp b e^{-Kt})^{-1}]$$

1.7 Ponto de Inflexão

É o ponto em que a TCA passa de crescente para decrescente, ou seja, é o momento em que a curva muda de direção. A constante m determina a proporção do peso final (A) no qual o ponto de inflexão ocorre. O ponto de inflexão é dado pela equação geral:

$$y_t/A = m^{1/(1-m)}$$

1.8 Taxa de Maturidade

É uma relação do peso no tempo t com o peso assintótico (A).

Dá-se por: $A^{-1} \partial y_t / \partial t$

O gráfico representa a taxa de troca em peso do tamanho proporcional em relação ao tamanho global, que varia na escala de 0 a 1. Quando se faz o ajuste de uma curva a um conjunto de animais, uma vez que m é constante, a área é dependente apenas de k . Nesse caso, por meio da associação de k e o peso-limite do animal, é possível identificar na população os animais de maior peso em menor idade.

1.9 Critérios Utilizados Para Selecionar o Modelo

- a) Quadrado médio do resíduo (QMR): calculado dividindo-se a soma de quadrado do resíduo, pelo número de observações, que é o estimador de máxima verossimilhança da variância residual.
- b) Coeficiente de determinação (R^2): calculado como o quadrado da correlação entre os pesos observados e os pesos estimados.
- c) Percentual de convergência (C%): a porcentagem de animais que convergem dentro de um modelo.
- d) Desvio médio absoluto do resíduo (DMA).
- e) Análise gráfica dos modelos com o peso médio observado.

REFERÊNCIAS

ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Gen. Mol. Res.**, v.1, p.51-63, 2002.

ARCO Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. Manual Técnico. 2001. Bagé, RS 80 p.

BROWN, J.E.; BROWN, C.J.; BUTTS, W.T. A discussion of the genetic aspects of weight and rate of maturing in Hereford and Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.34, p.525-537, 1972.

FERNANDES, H.D.; FERREIRA, G.B.; RORATO, P.N.R. Tendências e parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos Charolês criados no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p. 321-330, 2002.

GARNERO, A.V.; MARCONDES, C.R.; BEZERRA, L.A.F. et al. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57,n.5, p.652-662, 2005.

KAPS, M.; HERRING, W.O.; LAMBERSON, W.R. Genetic and environmental parameters for traits derived from the Brody growth curve and their relationships with weaning weight in Angus cattle. **Journal of Animal. Science**, v.78, p.1436-1442, 2000.

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. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.2, p. 210- 218, 2008a.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; CRUZ, J.F. et al. Curvas de crescimento para caprinos da raça Anglo-Nubiana criados na caatinga: rebanho de elite e comercial. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.4, p.667-671, 2008b.

McMANUS, C.; EVANGELISTA, C.; FERNANDES, L. A. C. Et al. Curvas de crescimento de Ovinos Bergamácia Criados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.32, n.5, p. 1207-1212, 2003.

OWENS T.C.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaing,v71 412p 3138-3150,1993.

PÉREZ, J.R.O. et al, 2000. Crescimento de ovinos. In: ENCONVET (ENCONTRO DE MÉDICOS VETERINÁRIOS E ZOOTECNISTAS NO NORDESTE), 5., 2000, Aracajú. **Anais...** Aracajú, 2000, p. 209-230.

ROBELIN, J., CHILLIARD, Y., AGABRIEL, J. **Estimation of body lipids and proteins of Holstein Charolais and Limousine cows by dilution technique and**

adipose cell size. In: ENERGY METABOLISM OF FARM ANIMALS, 11, 1989, Lunteren. Proceedings... Pudoc, 1989. p.370-373.

SANTOS, C.L.; PEREZ, J.R. O; MUNIZ, J.A. et al. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 487- 492, 2001.

SARMENTO, J.L.R.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H. et al. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n.2., p.435-442, 2006.

SOUZA, G.S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear.** Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1998. 505p.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS. User's guide: statistics. version 8, v.2, Cary: 1999-2001.

TORAL, F.L.B. Número e intervalo de pesagem para estimação de parâmetros de curvas de crescimento em bovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.37, n.12, p.2120-2128, 2008.

VAL, J. E. et al. Indicadores de desempenho em rebanho da raça Holandesa: curvas de crescimento e altura, características reprodutivas, produtivas e parâmetros genéticos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 86-93, 2004.

2 CURVA DE CRESCIMENTO EM OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS

Laíza Sofia Acioli da Silva¹, Angelina Bossi Fraga²

Resumo: Objetivou-se com a realização desta pesquisa descrever o padrão de crescimento em ovinos da raça Santa Inês por meio de modelos não-lineares e, após a obtenção do modelo de melhor ajuste foi estudado a influência dos efeitos ambientais sobre os parâmetros da curva. Os modelos utilizados foram: Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz e Logística. Foram utilizadas 773 informações referentes a 162 animais, com idade variando de 120 a 774 dias, sendo 46 machos e 116 fêmeas. As estatísticas usadas para avaliar a qualidade de ajuste incluíram QMR (Quadrado médio do resíduo), C% (percentual de convergência), R² (coeficiente de determinação) e DMA (Desvio médio absoluto). Dos efeitos fixos estudados o único efeito que foi significativo foi o efeito de sexo para o parâmetro A. Segundo os critérios de QMR, C%, R² e DMA não houve diferença entre os modelos de Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logística. Por outro lado, o modelo de Richards apresentou problemas durante o processo de convergência. O modelo Logístico apresentou em todos os critérios o melhor ajuste para descrever o padrão de crescimento de ovinos da raça Santa Inês.

Palavras-chave: modelos não-lineares, ovinos deslanados, peso, taxa de crescimento

¹Zootecnista, Msc. em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo - AL. Email: laiza.acioli@gmail.com

²Prof^a, Dr^a. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL. Email: angelina.fraga@gmail.com

Growth curve in Santa Ines sheep

Abstract: The objective of this research is describe the growth in Santa Ines sheep by nonlinear models, after obtaining the best model it was study the influence of environmental effects on the parameters of the curve. The models used were: Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz and Logistic. Were used 773 information to 162 animals, age between 120 to 774 days, belong 46 males and 116 females. The statistics used to evaluate the quality of fit included QMR (residual mean square), C% (percentage of convergence), R^2 (determination coefficient) and DMA (mean absolute deviation). Fixed-effects studied the only effect that was significant was the effect of sex on the parameter A. According to the criterion of QMR, C%, R^2 and DMA, that was not differences between models of Brody, Von Bertalanffy, Gompertz and Logistic. Another way, the Richards Model showed difficulty of convergency. Logistic model had the best adjusts to describe growth in Santa Inês Sheep, belong to the Elite herd.

Keywords: nonlinear models, growth rate, weight, hair sheep.

2.1 Introdução

O mercado de carne ovina tem crescido de forma acelerada no Brasil em consequência do aumento do interesse dos consumidores pelos produtos oriundos da ovinocaprinocultura.

A raça Santa Inês foi desenvolvida no Nordeste Brasileiro, resultante dos cruzamentos não orientados das raças Bergamácia, Morada Nova, Somalis Brasileira, além de outras raças sem padrão definido – SPRD (ARCO, 2001). Encontra-se em franca expansão em todos os estados do Brasil. Provavelmente, em virtude de sua maior rusticidade, prolificidade e adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas presentes nas regiões do território nacional. Esse rebanho nacional tem crescido aceleradamente, notadamente, o rebanho constituído por animais criados para exposição. Nesses rebanhos, os métodos de escolha dos reprodutores têm priorizado as características de conformação e peso dos animais, acarretando o aumento acentuado no tamanho e peso dos animais em sua fase adulta e, conseqüentemente, reduzindo a taxa de maturidade.

O estudo do padrão de crescimento dos animais permite o acompanhamento do desenvolvimento, indicando o melhor momento de abate. As curvas de crescimento que relacionam o peso do animal com a sua idade possibilitam conhecer esse padrão de crescimento. Utilizam modelos não-lineares para condensar grande volume de informação em um pequeno conjunto de parâmetros que podem ser interpretados biologicamente. Esses parâmetros podem ser usados para calcular e predizer linhas de crescimento e de maturidade dos animais. Além disso, podem ser utilizados na seleção de animais ou serem incluídos nos índices de seleção em programas de melhoramento. A forma geral desses modelos, referida como função Richard, é representativa de um número infinito de casos incluindo as funções Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logística. A associação dos parâmetros às características produtivas e reprodutivas dos animais é uma boa ferramenta a ser utilizada em um programa de seleção (Fitzhugh Jr., 1976).

Os objetivos da presente pesquisa foram descrever o padrão de crescimento em ovinos da raça Santa Inês por meio de modelos não-lineares de Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz e Logística, estimar a taxa de crescimento instantânea e absoluta, além de estudar a influência dos efeitos ambientais sobre os parâmetros da curva de crescimento.

2.2 Material e métodos

A pesquisa foi realizada na Unidade de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL utilizando-se informações de pesagens e medidas morfométricas de animais da raça Santa Inês, oriundo de rebanhos pertencentes a selecionadores da raça Santa Inês, coletadas por ocasião das exposições agropecuárias da raça Santa Inês, em todo Brasil, entre os anos de 2004 a 2006.

Os rebanhos destinados a exposições, também designados elite são caracterizados por serem constituídos por animais submetidos ao sistema intensivo de produção, com oferta permanente de alimentação de boa qualidade e manejo sanitário adequado. Geralmente, são selecionados observando-se, principalmente, os critérios de conformação racial e tamanho corporal.

O arquivo inicial possuía 7.681 informações provenientes de 3.525 animais, porém, foi necessária a aplicação de algumas restrições para a consistência dos dados. Foram mantidos animais dentro do intervalo de 120 a 774 dias de idade, com no mínimo, quatro pares de peso-idade. Animais que não possuíam a idade de pesagem e a informação de peso foram excluídos do arquivo. Após aplicação das restrições para a consistência dos dados, o arquivo final era constituído por 773 informações, referentes a 162 animais, nascidos entre janeiro de 2004 e dezembro de 2006, sendo 46 machos e 116 fêmeas. Cada registro era constituído por: identidade do animal data de nascimento, sexo, categoria, pai, mãe, idade em que foi pesado, peso.

As informações de peso dos animais foram analisadas por meio dos seguintes modelos não-lineares: Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz e Logística (Tabela 1) em que Y : representa o peso corporal à idade t ; A : representa o peso assintótico, que é interpretado como o peso à maturidade; b : é uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais dos animais. O valor de b é definido pelos valores iniciais de Y e t ; k é a taxa de maturação, que é entendida como a mudança de peso em relação ao peso à maturidade, ou seja, indica a velocidade que o animal se aproxima de seu peso adulto; e , m é o parâmetro que dá forma à curva indicando onde ocorre o ponto de inflexão.

Tabela 1. Forma geral dos modelos não-lineares

Modelo	Forma geral
Brody	$y = A(1 - Be^{-Kt}) + \varepsilon$
Von Bertalanffy	$y = A(1 - Be^{-Kt})^3 + \varepsilon$
Richards	$y = A(1 - Be^{-Kt})^{-m} + \varepsilon$
Logístico	$y = A(1 + e^{-Kt})^{-m} + \varepsilon$
Gompertz	$y = Ae^{Be^{-Kt}} + \varepsilon$

Estimativas individuais dos parâmetros de crescimento foram obtidas usando o método iterativo de Gauss-Newton modificado por meio do procedimento NLIN (SAS, 2001). A convergência foi assumida quando a diferença em soma de quadrados residuais entre o i -ésimo -1 e i -ésimo iteração foi $< 10^{-8}$. Como proposto por Sarmento et al. (2006) as estatísticas usadas para avaliar a qualidade de ajuste incluíram: quadrado médio do resíduo - QMR; o percentual de convergência - C%; o coeficiente de determinação - R^2 , além do desvio médio absoluto dos resíduos - DMA. O C% indica a porcentagem de convergências individuais em relação ao conjunto de dados avaliados. O R^2 é calculado como o quadrado da correlação entre os pesos observados e estimados, que é equivalente a $1 - \left(\frac{SQR}{SQT_C}\right)$ (Souza, 1998), em que SQR é soma de quadrados do resíduo e SQT_C a soma de quadrados total pela média. O DMA, calculado como:

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

em que Y_i é o valor observado, \hat{Y}_i o valor estimado e n o tamanho da amostra. Quanto menor for o valor de DMA obtido, melhor o ajuste.

Posteriormente, obtido o melhor modelo de ajuste dos dados, foi calculada a taxa de crescimento instantânea e absoluta - TCA, obtida por meio da primeira derivada do modelo ajustado em relação ao tempo ($\partial y / \partial t$). A TCA é, na verdade, o ganho de peso em unidade de tempo, e nesse caso, representa o ganho de peso médio diário, que seria a taxa média de crescimento dos animais.

Para analisar os fatores ambientais que influenciaram os parâmetros da curva de crescimento e as correlações entre eles foram empregados os procedimentos GLM, CORR e MIXED do SAS® (2001). O modelo estatístico utilizado foi: $y_{ijk} = \mu + mesn_i + anon_j + sexo_k + \varepsilon_{ijk}$ em que y_{ijk} = estimativa do parâmetro;

μ = média geral; $mesn_i$ = efeito fixo do mês de nascimento; $anon_j$ = efeito fixo do ano de nascimento; $sexo_k$ = efeito fixo do sexo; e ε_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

2.3 Resultados e discussão

As estimativas dos parâmetros para os modelos não-lineares em estudo: Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logística, além dos critérios utilizados para a escolha de melhor ajuste das curvas de crescimento, são apresentadas a seguir (Tabela 2).

O modelo de Richards apresentou problemas durante o processo de convergência e, portanto, não se ajustou ao conjunto de dados em estudo. Provavelmente em razão da maior quantidade de parâmetros, além da maior variabilidade do seu ponto de inflexão. De modo semelhante, Sarmiento et al. (2006), em estudo com ovinos da raça Santa Inês, também encontraram dificuldades de convergência para esse modelo. Esses autores afirmaram que mesmo com maior flexibilidade do seu ponto de inflexão, o modelo de Richards apresentou dificuldades durante o ajuste por processo iterativo.

Tabela 2. Estimativa média dos parâmetros (A, B, k e m), quadrado médio do resíduo - QMR, coeficiente de determinação - R^2 , percentual de convergência - C% e desvio médio absoluto - DMA, de acordo com os modelos

Curva	Parâmetros				QMR	R^2	C%	DMA
	A	B	K	M				
Von Bertalanffy	125,6	0,4496	0,0039	-	188,3	97,83	72,392	2,1023
Brody	130,1	0,9448	0,003	-	187,9	95,34	71,16	2,5374
Logístico	122,2	-	0,00495	2,1006	188,8	98,10	71,16	1,6770
Gompertz	124,1	-1,6154	0,00431	-	188,5	85,18	82,82	4,7667

O melhor ajuste de acordo com QMR foi para o modelo de Brody, Tabela 2. Os coeficientes de determinação, R^2 , foram elevados em sua maioria e superiores a 84%. A melhor estimativa de R^2 foi para o modelo Logístico, enquanto que o modelo de Gompertz apresentou a pior. No presente estudo, a maior estimativa de C% e, portanto, de melhor ajuste para os dados, foi apresentada pela curva de Gompertz (Tabela 2). Esses resultados foram semelhantes àqueles apresentados por Malhado et al.(2008a), em um estudo sobre a curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel. Com relação aos valores de DMA, o modelo Logístico se apresentou como aquele de menor magnitude e, portanto, o de melhor ajuste. Por outro lado, apresentou o pior resultado para o critério de QMR.

Houve concordância das estimativas dos pesos obtidas pelos modelos com relação aos pesos observados (Figura 1). Todos os modelos estudados, exceto Richard, foram indicados para descrever o padrão de crescimento em ovinos da raça Santa Inês.

Entretanto, de acordo com os critérios utilizados para definição da qualidade do ajuste, o modelo Logístico foi aquele que melhor se ajustou aos dados estudados (Tabela 2).

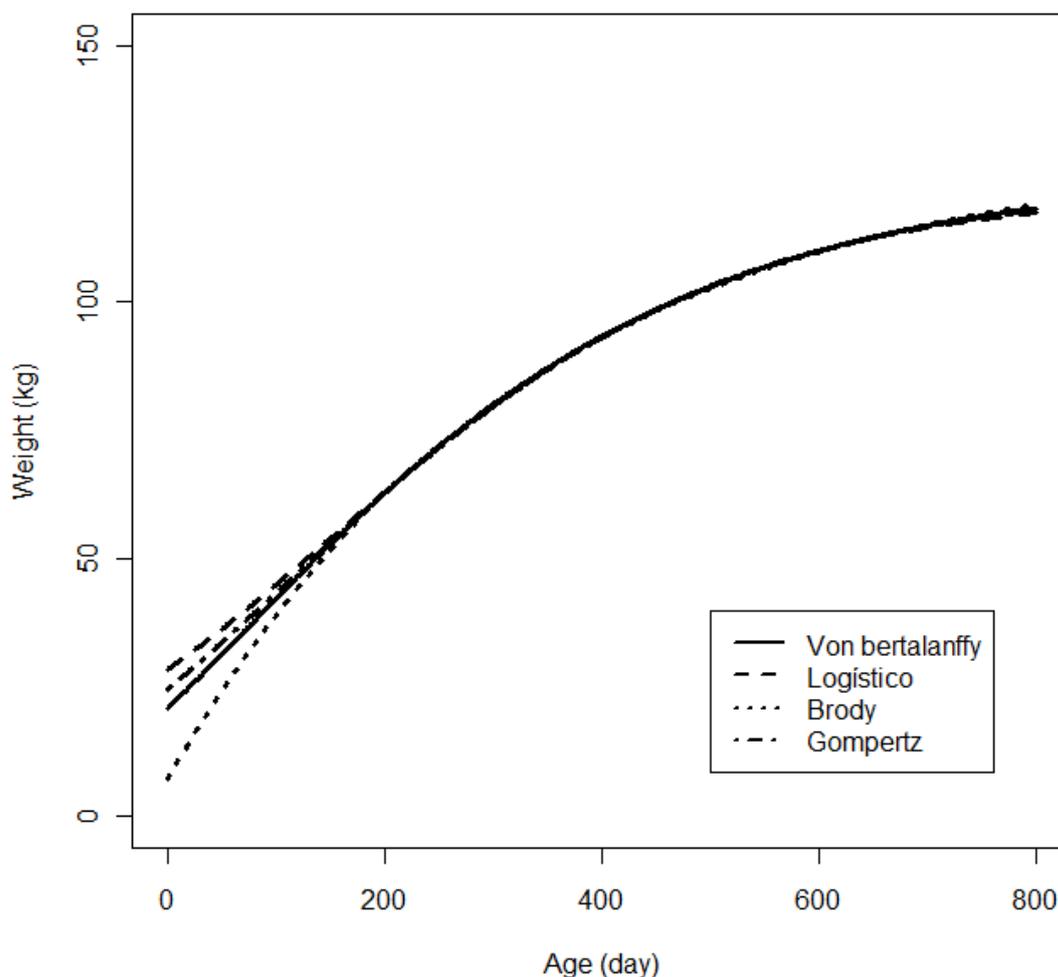


Figura 1 – Pesos(kg) observados e estimativas do peso(kg) em função da Idade(dias) obtidos pelos modelos Brody, Von Bertalanffy, Gompertz, Logístico em ovinos da raça Santa Inês

O parâmetro A é uma estimativa do peso assintótico, sendo interpretado como o peso à maturidade, indicando o peso à idade adulta. A importância do estudo do peso adulto e da taxa de maturação de ovinos se deve ao fato de esses parâmetros estarem diretamente relacionados com o número e quilogramas de cordeiros produzidos por ovelha/ano e idade ao primeiro parto. Lôbo et al. (2006), citando Cartwright (1970), em rebanhos de bovinos de corte, relataram que as fêmeas mais pesadas, geralmente criam bezerros com crescimento mais rápido, o que é desejável. Entretanto, a relação custo benefício pode não ser ideal, pois a manutenção de vacas de maior porte pode não compensar essa vantagem.

Para o conjunto de dados em estudo, em que a idade dos ovinos variou de 120 a 774 dias, foram obtidas elevadas estimativas do peso assintótico (122,2 a 130,1kg, Tabela 2). Essas estimativas podem indicar que os animais possuem pesos elevados na idade adulta e, portanto, considerados tardios, pois demandam mais tempo para atingir a maturidade. Comparando esses resultados, Lôbo et al.(2006), também trabalhando com informações de ovinos Santa Inês, sendo cinco pares de peso-idade, por animal no mínimo e pesagem com idade superior a 550 dias obtiveram valores de A bem inferiores. Esses autores estimaram o parâmetro A em valores que variaram de 48,51 a 54,38kg para os mesmos modelos em estudo. Valores semelhantes a esses foram obtidos por MacManus et al. (2003), em trabalho com ovinos da raça Bergamácia com até os dois anos de idade, cujas estimativas de A variaram de 48,011 a 50,172kg. Malhado et al. (2008a) estudando ovinos cruzados Santa Inês x Texel com pesagens do nascimento aos 365 dias de idade obtiveram, valores de A que variaram de 29,14 a 32,16kg com os mesmos modelos do presente estudo.

Vários fatores podem ter contribuído para a superioridade dos valores A obtidos no presente estudo. Dentre eles a grande amplitude de idade (120 a 774 dias) dos animais em estudo. Outra questão importante é por se tratar de animais pertencentes a rebanhos Elites. Os métodos de escolha de animais superiores nesses rebanhos têm priorizado as características raciais, de conformação e tamanho corporal dos animais. Essa metodologia de escolha pode estar contribuindo para obtenção de animais tardios com pesos adultos elevados. Malhado et al. (2008b), em um estudo comparativo entre rebanhos caprinos Anglo-Nubiano elite e comercial, estimaram o parâmetro A em $41,06 \pm 11,04$ e $26,87 \pm 8,78$, respectivamente. Esses autores relataram que, apesar do menor peso, animais do rebanho comercial apresentaram maior precocidade no crescimento. Os mesmos alertaram que a seleção aplicada aos rebanhos Elite tem sido direcionada para a obtenção de peso elevado e não para precocidade.

Além dessas considerações, na literatura especializada verifica-se que há grande variação nas estimativas do peso assintótico de ovinos. Essa variação ocorre, principalmente, em virtude das diferenças da idade em que são pesados em cada conjunto de dados, além da metodologia de análise, modelos e frequência de pesagens. Toral (2008) alerta que, frequentemente, as inferências sobre os parâmetros estimados podem estar sujeitas a erros, pelo fato do uso de conjuntos de dados que não contemplam o crescimento dos animais até a maturidade durante os ajustes dos mesmos aos modelos não-lineares de crescimento. De modo semelhante, Garnero et al. (2005)

afirmaram que quando os dados disponíveis contemplam apenas o crescimento antes de atingir a maturidade produzem estimativas de A e k sujeitas a erros.

Atualmente, observa-se que o peso tem sido uma das características de maior evolução da raça Santa Inês. De acordo com Santos (2001) o peso de animais Elite machos, obtidos em 1987, entre 5 a 8 meses foi de 48,6 kg; entre 18 a 21 meses foi de 67,4 kg e acima de 48 meses foi de 93,7 kg. Em 2000, os valores para animais machos das mesmas idades foram 60 kg; 118 kg e 125 kg, respectivamente.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de maior reflexão por parte dos pesquisadores, criadores e técnicos quanto ao processo de escolha de reprodutores Santa Inês pertencentes a rebanhos Elite. Geralmente, o sistema de produção adotado por criadores de animais desse nível é o intensivo, cujos manejos nutricional e sanitário são de alto padrão, resultando em pesos adultos superiores. A manutenção de reprodutores com elevados pesos à maturidade é dispendiosa. De acordo com Fraga et al. (2008), o peso adulto ideal é aquele em que um animal, além de apresentar uma conformação corporal adequada, com boa distribuição de massa muscular, possa parir cordeiros saudáveis, sem complicações no parto, com energia de manutenção que garanta a melhor relação custo benefício do sistema de produção. Segundo Owens et al. (1993) animais com peso elevado na idade adulta necessitam de mais energia de manutenção e, desta maneira, alcançam a puberdade mais tardiamente. Com isso, a redução na idade à puberdade está associada ao maior ganho de peso durante a fase inicial de desenvolvimento do animal.

O monitoramento do peso à maturidade, objetivando maior velocidade de ganho de peso para a obtenção da maturidade sexual precoce, pode contribuir de forma significativa para aperfeiçoar os índices produtivos e reprodutivos do rebanho. A obtenção dos parâmetros da curva de crescimento, por meio do ajuste de modelos não-lineares, permite identificar e selecionar animais com maior velocidade de crescimento, ao invés de animais com pesos elevados à maturidade, como tem sido praticado. Segundo Val et al. (2004) a identificação de animais geneticamente superiores é fator decisivo no processo de produção, uma vez que a eficiência dos sistemas é medida pela taxa de progresso obtido por unidade de tempo.

Na Tabela 3 podem ser visualizados os parâmetros empregados no modelo Logístico, além da correlação entre A e k.

Tabela 3 – Estimativa dos parâmetros A, k e m obtidos pelo modelo Logístico e correlação de Pearson entre A e k em ovinos (rebanho elite) da raça Santa Inês

	Parâmetros			Correlação de Pearson entre A e k
	A	K	M	
Rebanho	122,2	0,00495	2,1006	-0,930486

A correlação biologicamente mais importante para uma curva é a correlação entre os parâmetros A e k. A correlação negativa obtida entre esses parâmetros, -0,93 implica que animais mais precoces possuem menor probabilidade de apresentar um peso adulto mais elevado, ou seja, os animais que apresentam peso adulto superior, geralmente, possuem taxa de crescimento menor que os animais de peso adulto mais leve.

Entre os efeitos fixos estudados para o modelo Logístico, apenas o efeito de sexo foi significativo para o parâmetro A, estimado em 149,7 kg e 110,4 kg, para machos e para fêmeas, respectivamente. A superioridade desse parâmetro para os machos era esperada, provavelmente, em função das diferenças físicas e estruturais, que tornam, geralmente, os machos mais pesados do que as fêmeas. Robelin et al. (1998) relataram que o principal fator que contribui para a diferença de peso adulto entre machos e fêmeas é a composição corporal. As fêmeas geralmente apresentam maior percentagem de gordura, em detrimento da percentagem de músculos, quando comparados a machos do mesmo peso, o que as tornam mais leves.

Nenhum efeito influenciou significativamente o parâmetro k, indicando que mesmo havendo diferenças significativas entre o peso à idade adulta para machos e fêmeas, suas taxas de maturação se apresentam semelhantes.

Na Figura 2 estão apresentadas as curvas de crescimento do modelo Logístico estimadas por sexo. Os valores do parâmetro k para machos e fêmeas foram $k_{\text{macho}}=0,00439$ e $k_{\text{fêmea}}=0,00525$, respectivamente. O parâmetro k indica a velocidade de crescimento do animal para alcançar o peso assintótico. Animais com k mais elevados são mais precoces. No presente trabalho, as fêmeas apresentaram superioridade desse parâmetro em 19,59% e, portanto, maior taxa de maturidade, indicando atingirem o peso à maturidade mais precocemente. Segundo Malhado et al. (2008), os valores de k

representam, com boa precisão, as variações da velocidade de crescimento relativa dos animais, em decorrência da menor variabilidade do peso ao nascimento desses animais.

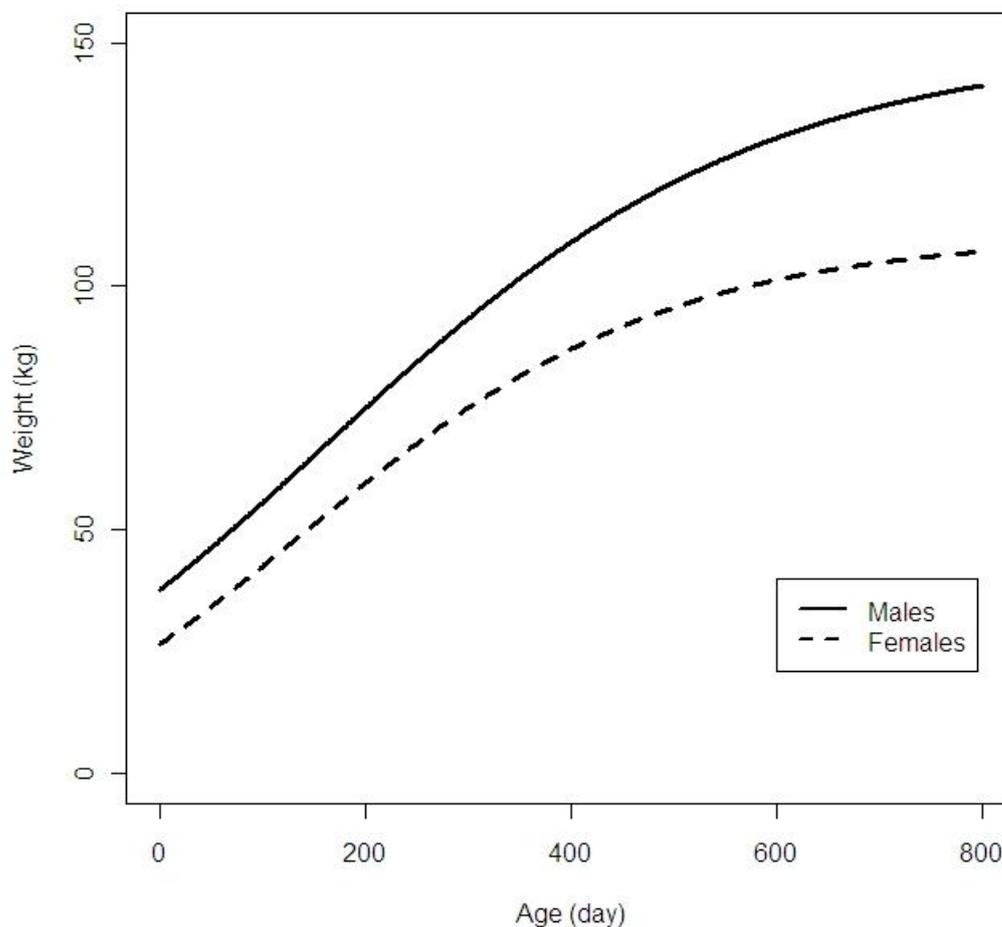


Figura 2 – Estimativa do peso em função da idade obtida pelo modelo Logístico, em ovinos machos e fêmeas da raça Santa Inês

Na Figura 3 podem ser visualizadas as estimativas das taxas de crescimento, instantânea e absoluta –TCA. As TCA's foram crescentes até atingirem os máximos, aproximadamente, com um ganho de 150g/dia por volta dos 200 dias de idade. Pode-se observar que o maior período de crescimento para o rebanho foi entre 150 e 220 dias de idade, com ganhos superiores a 140g/dia, enquanto que o menor crescimento foi em animais com idade superior aos 550 dias, onde apresentaram um acréscimo inferior à 60g/dia. Esses resultados confirmam o fato de que animais mais jovens tendem a possuir maior taxa de crescimento em relação a animais mais maduros.

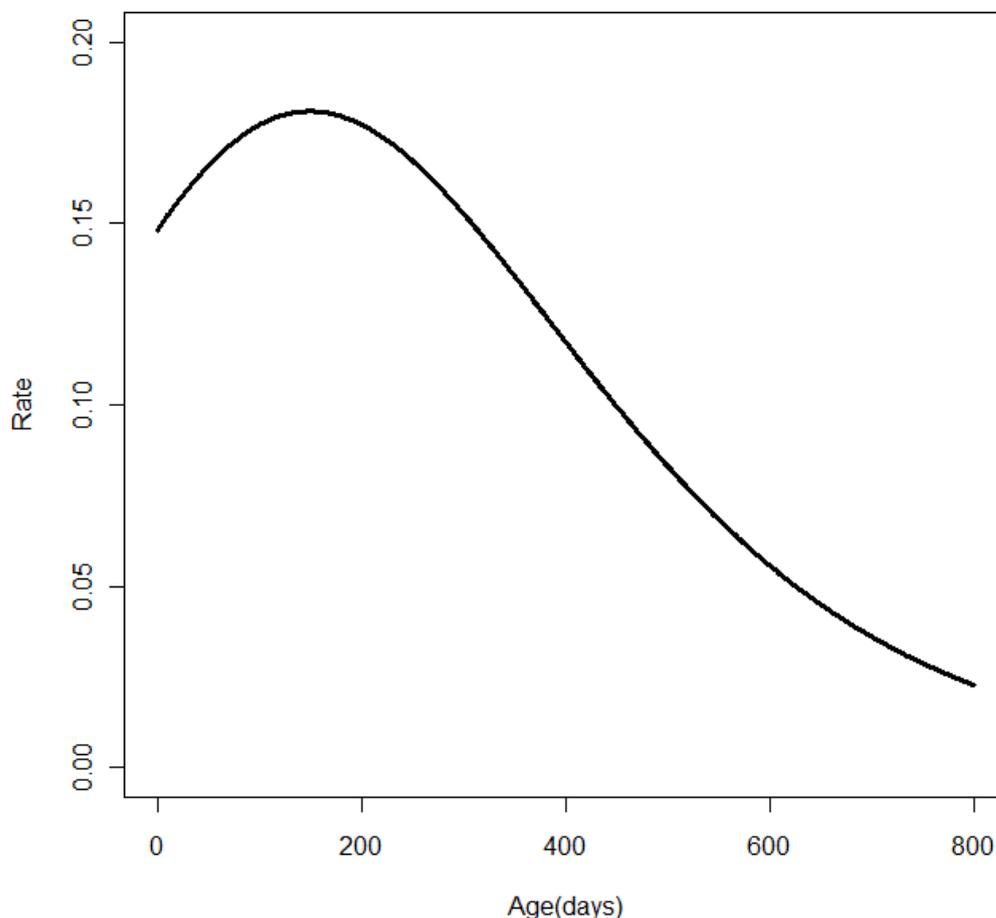


Figura 3 – Estimativa do ganho de peso em função da idade obtida pelo modelo Logístico para ovinos da raça Santa Inês

As TCA's apresentaram um comportamento bastante distinto para machos e fêmeas (Figura 4). As fêmeas alcançaram incremento máximo de 135g/dia aos 180 dias de idade, enquanto que os machos, apresentaram acréscimo de 186g/dia aos 192 dias de idade. Diante disto, as fêmeas atingiram a TCA máxima mais precocemente, porém, com menor ganho de peso diário. Por outro lado, os machos apresentando-se mais tardios, alcançaram ganho máximo de 50g/dia superior em relação as fêmeas. Observou-se queda acentuada da TCA, para ambos os sexos, após os 200 dias de idade, sendo que os ganhos ao final do período foram muito pequenos, notadamente após, aproximadamente, 300 dias de idade. O conhecimento da TCA fornece informações sobre o desempenho do animal durante seu desenvolvimento tornando possível

estabelecer a idade ótima de abate. Essa taxa indica a idade máxima em que o animal possui ganhos satisfatórios .

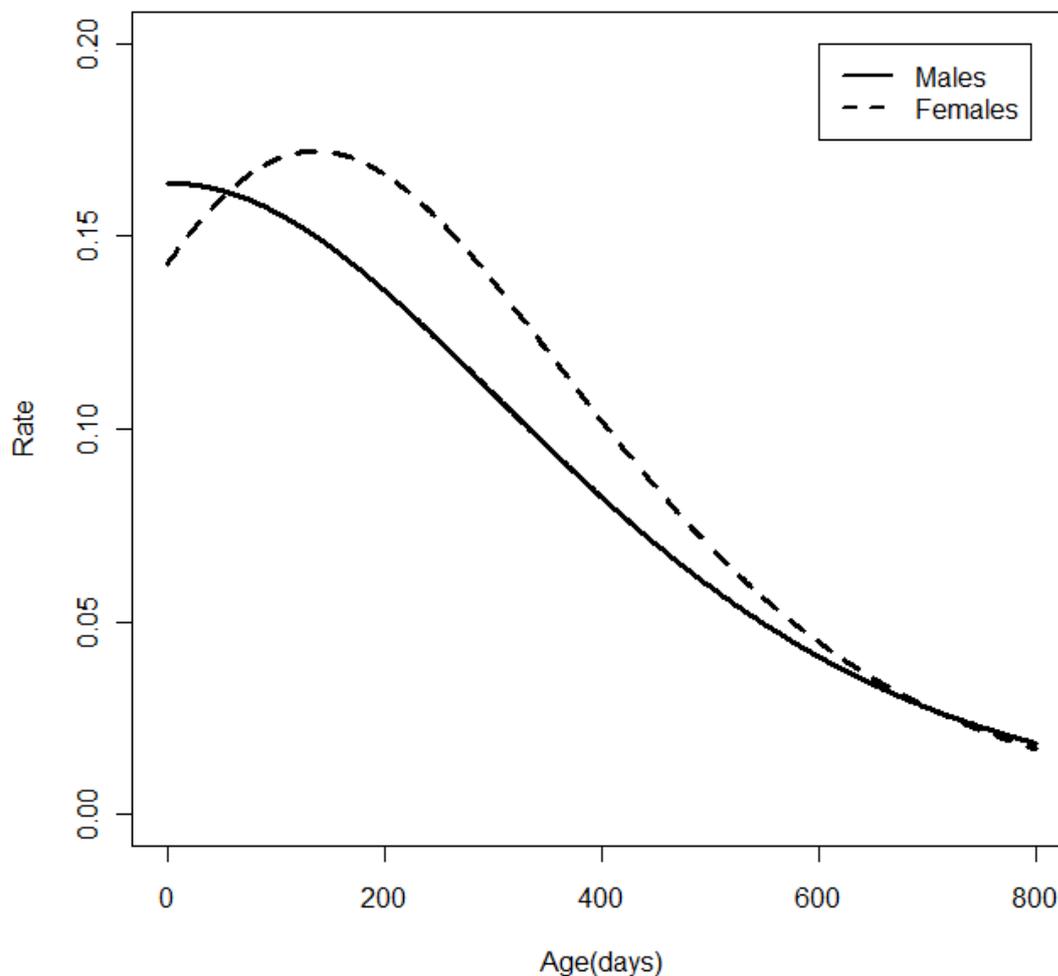


Figura 4 – Estimativa do ganho de peso em função da idade obtida pelo modelo Logístico para machos e fêmeas em ovinos da raça Santa Inês

Contudo, os ovinos da raça Santa Inês em estudo mostraram elevados pesos à maturidade e menor precocidade, indicando maior necessidade de energia de manutenção. Animais com esse perfil de acabamento, geralmente, apresentam desempenhos razoáveis em sistema de produção de alto nível de tecnologia. Mas, certamente não vão apresentar desempenhos satisfatórios em sistemas semi-extensivos, predominantes nos rebanhos comerciais.

2.4 Conclusões

Os modelos Logístico, Gompertz e Brody foram adequados para descrever o padrão de crescimento em ovinos da raça Santa Inês, porém o modelo Logístico foi aquele que melhor se ajustou aos dados.

2.5 Agradecimentos

À FAPEAL e a CAPES pelas bolsas de estudos concedidas durante o curso de mestrado da primeira autora. À Associação Brasileira de ovinos da raça Santa Inês – ABSI e ao Sr. José Mário Arruda pela cessão do banco de dados.

REFERÊNCIAS

ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Gen. Mol. Res.**, v.1, p.51-63, 2002.

ARCO Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. Manual Técnico. 2001. Bagé, RS 80 p.

BROWN, J.E.; BROWN, C.J.; BUTTS, W.T. A discussion of the genetic aspects of weight and rate of maturing in Hereford and Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.34, p.525-537, 1972.

FERNANDES, H.D.; FERREIRA, G.B.; RORATO, P.N.R. Tendências e parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos Charolês criados no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 321-330, 2002.

GARNERO, A.V.; MARCONDES, C.R.; BEZERRA, L.A.F. et al. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 57,n.5, p.652-662, 2005.

KAPS, M.; HERRING, W.O.; LAMBERSON, W.R. Genetic and environmental parameters for traits derived from the Brody growth curve and their relationships with weaning weight in Angus cattle. **Journal of Animal. Science**, v.78, p.1436-1442, 2000.

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. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.2, p. 210- 218, 2008a.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; CRUZ, J.F. et al. Curvas de crescimento para caprinos da raça Anglo-Nubiana criados na caatinga: rebanho de elite e comercial. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.4, p.667-671, 2008b.

McMANUS, C.; EVANGELISTA, C.; FERNANDES, L. A. C. Et al. Curvas de crescimento de Ovinos Bergamácia Criados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p. 1207-1212, 2003.

OWENS T.C.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign,v71 412p 3138-3150,1993.

PÉREZ, J.R.O. et al, 2000. Crescimento de ovinos. In: ENCONVET (ENCONTRO DE MÉDICOS VETERINÁRIOS E ZOOTECNISTAS NO NORDESTE), 5., 2000, Aracajú. **Anais...** Aracajú, 2000, p. 209-230.

ROBELIN, J., CHILLIARD, Y., AGABRIEL, J. **Estimation of body lipids and proteins of Holstein Charolais and Limousine cows by dilution technique and**

adipose cell size. In: ENERGY METABOLISM OF FARM ANIMALS, 11, 1989, Lunteren. Proceedings... Pudoc, 1989. p.370-373.

SANTOS, C.L.; PEREZ, J.R. O; MUNIZ, J.A. et al. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 487- 492, 2001.

SARMENTO, J.LR.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H. et al. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.2., p.435-442, 2006.

SOUZA, G.S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear.** Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1998. 505p.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS. User's guide: statistics. version 8, v.2, Cary: 1999-2001.

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

VAL, J. E. et al. Indicadores de desempenho em rebanho da raça Holandesa: curvas de crescimento e altura, características reprodutivas, produtivas e parâmetros genéticos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 86-93, 2004.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicabilidade das curvas de crescimento na produção animal é de suma importância. Por meio desse estudo, é possível reunir e resumir grande número de informações e características de crescimento em alguns parâmetros que possuem interpretação biológica. Além disso, viabiliza o estudo da interação de resposta de uma população à determinado tipo de tratamento, durante um período de tempo, além de identificar aqueles animais mais precoces e com maiores pesos. Essas curvas relacionam o peso à idade do animal, possuindo informações muito importantes sobre todas as fases de desenvolvimento da vida animal. Cabe ressaltar a importância de considerar as características de crescimento e maturidade provenientes do estudo da curva de crescimento, pois essas informações podem servir como ferramenta adicional em programas de melhoramento genético.

Em um sistema de produção, os criadores estão cada vez mais preocupados com a importância da avaliação do crescimento dos animais para melhor analisar e gerenciar a rentabilidade de sua atividade. Os parâmetros presentes nas curvas de crescimento, podem servir como indicadores para auxiliar aos produtores no estabelecimento de programas alimentares e reprodutivos, bem como indicar a idade ao abate ideal, sem desperdícios de insumos tornando a atividade mais rentável.

Em sua grande maioria, os estudos relacionados ao crescimento dos animais, apenas avaliam os pesos em pontos específicos do seu desenvolvimento, como os pesos ao nascimento, à desmama, ao primeiro parto, etc. Todavia, com o estudo das curvas de crescimento, pode-se obter uma descrição mais detalhada sobre o desenvolvimento individual do animal, obtendo-se várias outras características de grande importância relacionadas ao crescimento, como por exemplo as taxas de crescimento, de maturidade e o peso à idade adulta.

Um dos parâmetros mais importantes da curva de crescimento, quais podem ser empregados em programa de seleção é a taxa de maturidade, k . Esse parâmetro reflete a velocidade de crescimento dos animais. A seleção de reprodutores com maior k irá contribuir, significativamente, para redução no peso assintótico e, conseqüentemente, para a redução dos custos de manutenção dos animais.

É muito importante se conhecer o momento (peso ou idade) em que há redução do crescimento muscular do animal, o qual, geralmente, coincide com a puberdade. Quando há redução desse crescimento ocorre aumento do tecido adiposo no organismo,

uma vez que os nutrientes ingeridos são direcionados para formação de gordura. Esse fenômeno acarreta o aumento dos custos de produção, e quando em excesso, ocasiona a desvalorização do produto.

O estudo dos fatores não-genéticos que influenciam o desenvolvimento do animal deve ser considerado por ocasião da interpretação dos parâmetros da curva de crescimento dos animais. O conhecimento desses fatores possibilita estabelecer melhores estratégias de manejo, bem como a definição de um ambiente mais adequado para o desenvolvimento dos animais.

NORMAS DA REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA - RBZ

Instruções aos Autores

ESCOPO E POLÍTICA

A Revista Brasileira de Zootecnia (RBZ) é uma publicação mensal da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), com o objetivo de publicar artigos originais nas áreas de Aquicultura; Forragicultura; Melhoramento, Genética e Reprodução; Monogástricos; Produção Animal; Ruminantes; e Sistemas de Produção e Agronegócio.

No processo de publicação, os trabalhos técnico-científicos são avaliados por revisores ad hoc, indicados pelo Conselho Científico, composto por especialistas com doutorado nas diferentes áreas de interesse, e coordenados pela Comissão Editorial da RBZ. A política editorial da RBZ consiste em manter o alto padrão científico das publicações, por intermédio de colaboradores de renomada conduta ética e elevado nível técnico.

Só serão aceitos trabalhos escritos em português ou inglês e que não foram publicados nem submetidos à publicação em outro veículo. Deve-se ressaltar que isto não se aplica a resumos expandidos. Os trabalhos fracionados ou subdivididos em partes devem ser encaminhados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores.

O conteúdo dos artigos publicados na Revista Brasileira de Zootecnia é de exclusiva responsabilidade de seus respectivos autores.

ENCAMINHAMENTO DE TRABALHOS

A RBZ publica artigos científicos originais nas áreas de Aquicultura, Forragicultura, Melhoramento, Genética e Reprodução, Monogástricos, Produção Animal, Ruminantes, e Sistemas de Produção e Agronegócio.

O envio dos manuscritos é feito exclusivamente pela página da RBZ (www.sbz.org.br), link Revista, juntamente com a carta de encaminhamento, conforme instruções no link "Envie seu manuscrito".

O pagamento da taxa de tramitação (pré-requisito para emissão do número de protocolo), no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais), deverá ser realizado por meio de boleto bancário, disponível na página da SBZ (www.sbz.org.br).

Uma vez aprovado o artigo, será cobrada uma taxa de publicação, que, no ano de 2009, para assinantes da RBZ, será de R\$ 115,00 (até 8 páginas no formato final) e R\$

45,00 para cada página excedente. Entretanto, se entre os autores houver algum não-assinante (exceto co-autores que não militam na área zootécnica, desde que não seja o primeiro autor e que não publique mais de um artigo no ano corrente (reincidência), serão cobrados valores diferenciados (consultar link "Instruções aos autores" na página da RBZ). Para não-assinantes, serão cobrados R\$ 90,00 por página (até 8 páginas no formato final) e R\$ 180,00 para cada página excedente.

FORMA E PREPARAÇÃO DOS TRABALHOS

Os trabalhos já publicados ou sob consideração em qualquer outra publicação não serão aceitos. Ressalta-se que esta norma não é válida para resumos expandidos.

Só serão aceitos trabalhos escritos em português ou inglês.

O texto deve ser elaborado segundo as normas da RBZ e orientações disponíveis no link "Instruções aos autores".

Formatação de texto

O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas, que devem ser elaborados em espaço 1,5), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente.

Pode conter até 25 páginas, numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos.

As páginas devem apresentar linhas numeradas (a numeração é feita da seguinte forma: MENU ARQUIVO/CONFIGURAR PÁGINA/LAYOUT/NÚMEROS DE LINHA.../ NUMERAR LINHAS), com paginação contínua e centralizada no rodapé.

Estrutura do artigo

O artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimento e Literatura Citada.

Não serão aceitos cabeçalhos de terceira ordem.

Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

Título

Deve ser preciso e informativo. Quinze palavras são o ideal e 25, o máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, segundo o exemplo: Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos em crescimento. Indicar sempre a entidade financiadora da pesquisa, como primeira chamada de rodapé numerada.

Autores

Deve-se listar até seis autores. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto). Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto).

Outras pessoas que auxiliaram na condução do experimento e/ou preparação/avaliação do trabalho devem ser mencionadas em Agradecimento.

Resumo

Deve conter no máximo 1.800 caracteres com espaço. As informações do resumo devem ser precisas e informativas. Resumos extensos serão devolvidos para adequação às normas.

Deve sumarizar objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Não deve conter introdução. Referências nunca devem ser citadas no resumo.

O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por RESUMO, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

Abstract

Deve aparecer obrigatoriamente na segunda página e ser redigido em inglês científico, evitando-se sua tradução por meio de aplicativos comerciais.

O texto deve ser justificado e digitado em espaço 1,5, começando por ABSTRACT, em parágrafo único, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

Palavras-chave e Key Words

Apresentar até seis (6) palavras-chave e Key Words imediatamente após o RESUMO e ABSTRACT, respectivamente, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final.

Introdução

Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaço.

Deve-se evitar a citação de várias referências para o mesmo assunto.

Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

Material e Métodos

Descrição clara e com referência específica original para todos os procedimentos biológicos, analíticos e estatísticos. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas.

Resultados e Discussão

Os resultados devem ser combinados com discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação incluso, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento. A discussão deve interpretar clara e concisamente os resultados e integrar resultados de literatura com os da pesquisa para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas.

Evitar parágrafos soltos e citações pouco relacionadas ao assunto.

Conclusões

Devem ser redigidas em parágrafo único e conter no máximo 1.000 caracteres com espaço.

Não devem ser repetição de resultados. Devem ser dirigidas aos leitores que não são necessariamente profissionais ligados à ciência animal. Devem explicar claramente, sem abreviações, acrônimos ou citações, o que os resultados da pesquisa concluem para a ciência animal.

Abreviaturas, símbolos e unidades

Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser listados conforme indicado na home page da RBZ, link [Revista>Instruções aos autores](#).

Deve-se evitar o uso de abreviações não consagradas e de acrônimos, como por exemplo: "o T3 foi maior que o T4, que não diferiu do T5 e do T6". Este tipo de redação é muito cômoda para o autor, mas é de difícil compreensão para o leitor.

Tabelas e Figuras

É imprescindível que todas as Tabelas sejam digitadas segundo menu do Word "Inserir Tabela", em células distintas (não serão aceitas tabelas com valores separados pelo recurso ENTER ou coladas como figura). Tabelas e figuras enviadas fora de normas serão devolvidas para adequação.

Devem ser numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto.

O título das tabelas e figuras deve ser curto e informativo, devendo-se adotar as abreviaturas divulgadas oficialmente pela RBZ.

A legenda das figuras (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura. Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas e unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas, que deve ser referenciada.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

As figuras devem ser gravadas no programa Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição e possíveis correções.

Usar linhas com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

No caso de gráfico de barras, usar diferentes efeitos de preenchimento (linhas horizontais, verticais, diagonais, pontinhos etc). Evite os padrões de cinza porque eles dificultam a visualização quando impressos.

As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas.

Não usar negrito nas figuras.

Os números decimais apresentados no interior das tabelas e figuras devem conter vírgula, e não ponto.

Citações no texto

As citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al.

Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520).

Não fazem parte da lista de referências, sendo colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão "comunicação pessoal", a data da comunicação, o nome, estado e país da instituição à qual o autor é vinculado.

Literatura Citada

Baseia-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas _ ABNT (NBR 6023).

Devem ser redigidas em página separada e ordenadas alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es).

Digitá-las em espaço simples, alinhamento justificado e recuo até a terceira letra a partir da segunda linha da referência. Para formatá-las, siga as seguintes instruções: no menu Formatar, escolha a opção Parágrafo... recuo especial, opção DESLOCAMENTO... 0,6 cm.

Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto-e-vírgula e, naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. As iniciais dos autores não podem conter espaços. O termo et al. não deve ser italizado nem precedido de vírgula.

O recurso tipográfico utilizado para destacar o elemento título será negrito e, para os nomes científicos, itálico.

Indica(m)-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes.

No caso de homônimos de cidades, acrescenta-se o nome do estado (ex.: Viçosa, MG; Viçosa, AL; Viçosa, RJ).

Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. Official methods of analysis. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

Livros e capítulos de livro

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. Beef cattle. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

Teses e dissertações

Castro, F.B. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989. 123p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989.

Boletins e relatórios

BOWMAN, V.A. Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine. (S.L.): Virgínia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

Artigos

Restle, J.; Vaz, R.Z.; Alves Filho, D.C. et al. Desempenho de vacas Charolês e Nelore desterneiradas aos três ou sete meses. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.2, p.499-507, 2001.

Congressos, reuniões, seminários etc

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999] (CD-ROM).

Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos

NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage. *Livestock Research for Rural Development*, v.15, n.7, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Acesso em: 28/07/2005.

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. Digestión de la soja integral en rumiantes. Disponível em: <http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf> Acesso em: 12/10/02.

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. [1996]. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., 1996, Recife. Anais eletrônicos... Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Acesso em: 21/01/97.

