

APROXIMAÇÕES PARA OS INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA AS EXIGÊNCIAS ENERGÉTICAS DE BOVINOS DE CORTE

Hugo Colombarolli BONFÁ¹
Edenio DETMANN¹
Paulo Roberto CECON¹
Sebastião de Campos VALADARES FILHO¹
José Gilson Louzada REGADAS FILHO¹

- RESUMO: Objetivou-se propor aproximações para os intervalos de confiança das exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção e para as eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e ganho em bovinos de corte. Uma população simulada de 100.000 animais foi utilizada para demonstração das propriedades distribucionais das exigências de energia. Aproximações para os intervalos foram propostas e demonstradas utilizando-se as propriedades da distribuição normal e aproximações por anamorfose e por série de expansão de Taylor. Banco de dados formado por 158 animais foi utilizado para demonstração das aproximações propostas. Os resultados demonstraram a viabilidade de uso de tais aproximações, as quais constituem ferramentas para prática da estatística indutiva e para o cotejamento inter e intra-experimental.
- PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética; energia líquida; energia metabolizável; estatística indutiva; exigências nutricionais.

1 Introdução

Energia é a capacidade de realizar trabalho, pode ser expressa de várias formas de acordo com a referência definida e a condição padrão (KLEIBER, 1961; BLAXTER, 1962). Representada na nutrição animal nas formas de energia digestível, energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL), esta constitui quantitativamente o maior dos requerimentos do animal, cujas estimativas de exigências podem ser obtidas por intermédio de diferentes métodos, havendo ainda a subdivisão funcional em requerimentos para manutenção e produção (BLAXTER, 1962; AFRC, 1993; NRC, 2000; CSIRO, 2007; MARCONDES et al., 2010).

O abate comparativo e as mensurações respirométricas são alguns dos métodos para a estimação dos requerimentos energéticos dos animais. No entanto, na aplicação de tais métodos, as estimativas de exigências de EM e de EL (EL_m e EM_m , respectivamente) e as eficiências de uso da EM para manutenção e produção são normalmente obtidas de forma pontual, sem a devida estimação concomitante de uma medida de dispersão que permita a

¹ Universidade Federal de Viçosa - UFV, Departamento de Zootecnia, CEP: 36570-900, Viçosa, MG, Brasil.
E-mail: hugo.bonfa@ufv.br; detmann@ufv.br; cecon@ufv.br; scvfilho@ufv.br; gilsonregadas@gmail.com

construção de intervalos de confiança para cada parâmetro estimado. Assim, o cotejamento entre diferentes situações experimentais (i.e., locais, grupos genéticos, padrões de alimentação, etc.) se torna subjetivo e sem o devido balizamento por fundamentos estatísticos. Há de se relevar que a construção direta de intervalos de confiança para estes parâmetros é de certa forma complexa, haja vista que muitos destes são obtidos de forma iterativa ou por intermédio da razão entre variáveis aleatórias.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho apresentar métodos que permitam a obtenção de aproximações para os intervalos de confiança para exigências energéticas de manutenção e eficiências de uso da energia metabolizável em bovinos de corte.

2 Material e métodos

A avaliação das exigências de EL_m e EM_m de bovinos de corte está baseada na utilização de técnica de abate comparativo. Nesta técnica, animais alimentados com diferentes concentrações de EM na dieta são abatidos permitindo a quantificação direta do consumo de EM e da energia total retida no corpo vazio (CVZ) e, a partir disto, quantifica-se indiretamente a produção de calor (PC) (LOFGREEN; GARRET, 1968; MARCONDES et al., 2010). Neste sentido, a relação entre o consumo de EM e a PC pode ser representada por intermédio de uma função exponencial, dada por:

$$Y_i = \beta_0 \times e^{\beta_1 \times X_i} \times \varepsilon_i, \quad (1)$$

A função descrita em (1) é de natureza não linear, a qual somente pode ser ajustada por intermédio de algoritmos iterativos. Contudo, devido à sua estrutura peculiar e à pressuposição de erro com estrutura multiplicativa, possibilita-se a linearização da mesma por anamorfose, o que facilita sua aplicação, por permitir a utilização de métodos de mínimos quadrados lineares para obtenção de solução única. Assim, aplicando-se o logaritmo natural em (1), faz-se:

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \times X_i + \ln \varepsilon_i, \quad (2a)$$

$$Z_i = \theta_0 + \beta_1 \times X_i + e_i, \quad (2b)$$

em que: Z_i = logaritmo natural de Y_i ; θ_0 = logaritmo natural de β_0 e e_i = logaritmo natural de ε_i . Os demais termos foram previamente definidos.

Assumindo-se que e_i possa ser interpretado como sendo normal e independentemente distribuído, com média 0 e variância $\sigma^2_{e_i}$, as estimativas dos parâmetros de (2b) podem ser obtidos por intermédio do método dos mínimos quadrados ordinários utilizando-se os estimadores (DRAPPER; SMITH, 1966; MYERS, 1990; CECON et al., 2012):

$$\hat{\beta}_1 = \frac{SPDXZ}{SQDX}, \quad (3)$$

$$\hat{\theta}_0 = \bar{Z} - \hat{\beta}_1 \times \bar{X}, \quad (4)$$

em que: $SPDXZ$ = soma dos produtos dos desvios de X e Z ; e $SQDX$ = soma dos quadrados dos desvios de X . Os demais termos foram previamente definidos.

A variância residual utilizada para construção de intervalos de confiança e para realização dos testes estatísticos é dada por (DRAPPER; SMITH, 1966; MYERS, 1990; CECON et al., 2012):

$$s_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i - \hat{Z}_i)^2}{n-2} = \frac{SQDZ - \hat{\beta}_1 \times SPDXZ}{n-2}, \quad (5)$$

em que: \hat{Z}_i = valor predito de Z_i por intermédio do ajuste da equação (2); s_e^2 = variância residual.

A exigência de energia líquida para manutenção (EL_m ; Mcal/kg PCVZ^{0,75}) é definida como o valor obtido em (1) quando o consumo de EM assume o valor 0. Assim, considerando-se a anamorfose previamente aplicada (Equações 1 e 2), faz-se:

$$EL_m = \hat{\beta}_0 = e^{\hat{\theta}_0}. \quad (6)$$

Considerando a equação linearizada por anamorfose (Equação 2), o estimador para o erro padrão de $\hat{\theta}_0$ é dado por (DRAPPER; SMITH, 1966; MYERS, 1990; CECON et al., 2012):

$$s(\hat{\theta}_0) = \sqrt{\left(\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{SQDX}\right) \times s_e^2}. \quad (7)$$

Considerando-se a pressuposição de erro multiplicativo assumido para a equação (1) e assumindo-se no caso de erro multiplicativo que $E(\varepsilon) = 1$, a estimativa do erro-padrão de $\hat{\beta}_0$ pode ser obtida por:

$$s(\hat{\beta}_0) = \pm \hat{\beta}_0 \times [e^{s(\hat{\theta}_0)} - 1]. \quad (8)$$

Pressupondo-se que o parâmetro β_0 (Equação 1) pode ser estudado considerando-se que o mesmo possui distribuição normal assintótica, uma aproximação para o estimador dos limites do intervalo de confiança $(1 - \alpha)$ seria dado por (Equação 8):

$$IC(\beta_0)_{1-\alpha} = \hat{\beta}_0 \pm t_{\alpha/2} \times s(\hat{\beta}_0), \quad (9)$$

em que: $IC(\beta_0)_{1-\alpha}$ = intervalo de confiança para o parâmetro β_0 (EL_m) com índice de confiança $(1 - \alpha)$; $t_{\alpha/2}$ = valor da estatística t padronizada bilateral com $(n - 2)$ graus de liberdade.

A estimativa de exigência de EM para manutenção (EM_m) é obtida iterativamente por intermédio da equação (1), considerando-se o ponto em que a PC se igual ao consumo de em:

$$EM_m = Y = f(X | Y_M = X_M), \quad (10)$$

em que: Y_M e X_M = valores de Y e X em que a PC e o consumo de EM se equivalem (Equação 1).

Após a obtenção da estimativa de EM_m por intermédio da equação (1), este valor pode ser transformado aplicando-se seu logaritmo natural, permitindo que o mesmo seja inserido e estudado segundo a equação (2):

$$\ln EM_m = \ln \hat{Y}_M = \hat{Z}_M. \quad (11)$$

Considerando que os parâmetros e os erros da equação (2) podem ser estudados segundo as propriedades da distribuição normal, faz-se (MYERS, 1990):

$$s^2(\hat{Z}_M) = s_e^2(\hat{\theta}_0 + \hat{\beta}_1 \times X_M) = \left[\frac{1}{n} + \frac{(X_M - \bar{X})^2}{SQDX} \right] \times s_e^2. \quad (12)$$

Desta forma, o erro-padrão do valor estimado \hat{Z}_M é dado por:

$$s(\hat{Z}_M) = \sqrt{\left[\frac{1}{n} + \frac{(X_M - \bar{X})^2}{SQDX} \right] \times s_e^2}. \quad (13)$$

Considerando-se a pressuposição de erro multiplicativo assumido para a equação (1) e assumindo-se no caso de erro multiplicativo que $E(\varepsilon) = 1$, a estimativa do erro-padrão de \hat{Y}_M pode ser obtida por:

$$s(\hat{Y}_M) = \pm \hat{Y}_M \times [e^{s(\hat{Z}_M)} - 1]. \quad (14)$$

Pressupondo-se que os valores preditos pelo modelo não linear (Equação 1) podem ser estudados considerando-se que os mesmos possuam distribuição normal assintótica, uma aproximação para o estimador dos limites do intervalo de confiança $(1 - \alpha)$ seria dado por (Equação 14):

$$IC(Y_M)_{1-\alpha} = \hat{Y}_M \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \times s(\hat{Y}_M), \quad (15)$$

em que: $IC(Y_M)_{1-\alpha}$ = intervalo de confiança para Y_M (EM_m) com índice de confiança $(1 - \alpha)$; $t_{\frac{\alpha}{2}}$ = valor da estatística t padronizada bilateral com $(n - 2)$ graus de liberdade.

A eficiência de uso da EM_m para manutenção (k_m) é dada por (NRC, 2000; MARCONDES et al., 2010):

$$\hat{k}_m = \frac{EL_m}{EM_m}. \quad (16)$$

Em virtude de k_m ser obtida pela razão entre duas estimativas pontuais, não se possibilita a obtenção direta de estimativa para o intervalo de confiança deste parâmetro.

Desta forma, para se investigar a relação entre os intervalos de confiança de EL_m , EM_m e k_m , um banco de dados relativos a estes parâmetros foi levantado na literatura nacional a partir de 41 experimentos (Tabela 1; SALVADOR, 1980; TEIXEIRA et al., 1987; GONÇALVES et al., 1991; LANA et al., 1992; PIRES et al., 1993; CASTILLO et al., 1997; ARAÚJO et al., 1998; PAULINO et al., 1999; ROCHA; FONTES, 1999; SIGNORETTI et al., 1999; FREITAS et al., 2000; ALMEIDA et al., 2001; VÉRAS et al., 2001; SILVA et al., 2002; VELOSO et al., 2002; ZERVOUDAKIS et al., 2002;

PAULINO et al., 2004; BACKES et al., 2005; PAULINO, 2006; CHIZZOTTI et al., 2007; GUIMARÃES FILHO, 2008; PAIXÃO, 2008; ALMEIDA et al., 2009; MARCONDES et al., 2009; MORAES et al., 2009; SALES et al., 2009; GIONBELLI, 2010; AMARAL, 2012; FONSECA et al., 2012a; FONSECA et al., 2012b; MACHADO et al., 2012; PAULA, 2012; PORTO et al., 2012; ROCHA et al., 2012; SILVA et al., 2012; LIMA, 2013; ROTTA et al., 2013; SILVA, 2013; VALENTE et al., 2013; BONILHA et al., 2014; PRADOS et al., 2015).

As médias, variâncias e covariâncias obtidas a partir do banco de dados (Tabela 1) foram utilizadas como estimativas iniciais dos parâmetros populacionais. A partir disto, uma banco de dados (população) contendo 100.000 informações de EL_m e EM_m foi simulado por intermédio do programa @Risk for Excel 5.5.1 (Palisa de Corporation, Ithaca, NY, EUA) assumindo-se distribuição normal bivariada. Desta forma, produziu-se concomitantemente o mesmo número de valores simulados para k_m .

Tabela 1 - Estatísticas descritivas para o banco de dados relativo às exigências de energia líquida (EL_m) e metabolizável (EM_m) para manutenção e eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção (k_m) em bovinos utilizado para simulação populacional

Item	Parâmetro		
	EL_m (Mcal/kg PCVZ ^{0,75})	EM_m (Mcal/kg PCVZ ^{0,75})	k_m
Média	0,0745	0,1280	0,6420
Desvio-padrão	0,0174	0,0396	0,0862
Amplitude	0,034-0,124	0,083-0,270	0,403-0,844
n	41	27	27

A partir do banco de dados da população simulada foram tomadas 100 amostras aleatórias contendo 100 informações cada por intermédio do procedimento SURVEYSELECT do SAS 9.4. Desta forma, construiu-se um novo banco de dados contendo informações referentes às médias e desvios padrões amostrais para EL_m , EM_m e k_m , o qual foi utilizado para o estudo das propriedades dos intervalos de confiança para cada parâmetro. Previamente ao estudo, verificou-se por intermédio dos testes de χ^2 e de Kolmogorov-Smirnoff que os conjuntos formados pelas médias das amostras poderiam ser estudados segundo a distribuição normal de probabilidade ($P>0,05$).

Por outro lado, a conversão das exigências de EL em exigências de EM para ganho demanda o conhecimento da eficiência de uso da EM para ganho de peso (k_g). Uma aproximação para estimação do k_g é obtida por intermédio do ajuste de equação de regressão da energia retida no corpo vazio em função do consumo de EM (FERRELL; OLTJEN, 2008). Assim, faz-se:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \times X_i + \varepsilon_i, \quad (17)$$

em que: Y_i = energia retida no corpo do animal i (Mcal/kg PCVZ^{0,75}); β_0 = intercepto; β_1 = coeficiente de inclinação; X_i = consumo de EM (Mcal/kg PCVZ^{0,75}); e ε_i = erro aleatório não observável, pressuposto NID (0; σ^2).

Desta forma, k_g é dado por:

$$k_g = \hat{\beta}_1. \quad (18)$$

Considerando que os erros possuem distribuição normal (Equação 17), o intervalo de confiança $(1 - \alpha)$ para k_g pode ser definido por (DRAPPER; SMITH, 1966; MYERS, 1990; CECON et al., 2012):

$$IC(k_g)_{1-\alpha} = \hat{\beta}_1 \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \times s(\hat{\beta}_1), \quad (19)$$

$$s(\hat{\beta}_1) = \sqrt{\frac{s_\varepsilon^2}{SQDX}}, \quad (20)$$

$$s_\varepsilon^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2} = \frac{SDQY - \hat{\beta}_1 \times SPDXY}{n-2}. \quad (21)$$

Para ilustração dos procedimentos aqui propostos utilizou-se banco de dados oriundos da base do sistema BR-CORTE formado por 158 animais Nelore machos não castrados, sendo todos manejados em confinamento e avaliados em sistema de abate comparativo (Tabela 2). Para todas as demonstrações utilizou-se $\alpha = 0,05$.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas para as variáveis utilizadas no ajustamento das equações de regressão

Item	Variável			
	CEM	PC	ln(PC)	ER
Média	0,2289	0,1830	-1,7309	0,0458
s^2	0,0587	0,0481	0,2560	0,0459
n	158	158	158	158
Amplitude	0,117-0,468	0,087-0,392	-2,442-0,936	-0,097-0,170
Somadas de quadrados e produtos				
	CEM	PC	ln(PC)	ER
CEM	0,5408	0,3445	1,7720	0,1963
PC	-	0,3634	1,8961	-0,0190
ln(PC)	-	-	10,2732	-0,1241
ER	-	-	-	0,2152

CEM, consumo de energia metabolizável (Mcal/kg PCVZ^{0,75}); PC, produção de calor (Mcal/kg PCVZ^{0,75}); ln(PC), logaritmo natural da produção de calor; ER, energia retida (Mcal/kg PCVZ^{0,75}).

3 Resultados e discussão

A avaliação das amostras aleatórias tomadas da população simulada ($n = 100.000$) indicou que as EL_m e EM_m podem ser estudadas utilizando-se a distribuição normal de

probabilidade ($P > 0,05$). Esta afirmativa é reforçada pelo comportamento gráfico sigmoide dos limites inferiores dos intervalos de confiança gerados para cada uma das variáveis (Figuras 1 e 2), o qual é característico de variáveis que seguem a distribuição normal de probabilidade (STEEL et al., 1997). O conceito teórico de intervalo de confiança indica que cada intervalo gerado possui $(1 - \alpha)$ de probabilidade de ser um entre os infinitos intervalos passíveis de serem gerados e que conterá em seu interior o valor do parâmetro populacional (BUSSAB; MORETTIN, 1987; STEEL et al., 1997). Assim, a proporção de intervalos gerados que contemplaram a média populacional em seu interior aproximou-se do que seria esperado em função do índice de confiança utilizado ($1 - \alpha = 0,95$; Figuras 1 e 2).

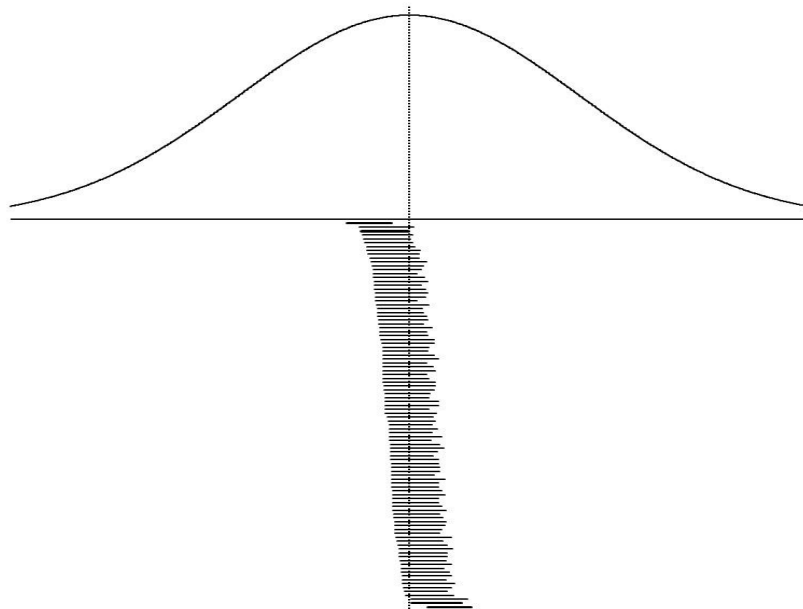


Figura 1 - Distribuição populacional a partir de dados simulados das exigências de energia líquida para manutenção ($\text{Mcal/kg PCVZ}^{0,75}$) em bovinos de corte ($\mu = 0,0740$; $\sigma^2 = 0,000302$) As linhas abaixo correspondem aos intervalos de confiança ($1 - \alpha = 0,95$) construídos a partir de 100 amostras aleatórias ($n = 100$), nos quais 96 contemplaram a média populacional em seu interior.

A avaliação dos valores de k_m obtidos a partir da razão dos valores de EL_m e EM_m indicou que há possibilidade de se estudar este parâmetro utilizando-se as propriedades da distribuição normal de probabilidade ($P > 0,05$), a despeito do mesmo ser produzido a partir da razão entre duas variáveis com distribuição normal. No entanto, em condições experimentais, são obtidos valores pontuais de k_m sem que se obtenha diretamente uma estimativa da variância, a qual permitira a estimação de intervalos de confiança para este parâmetro.

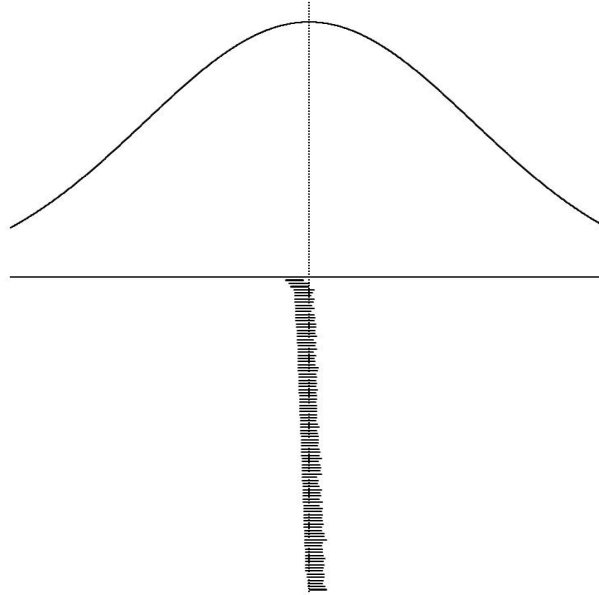


Figura 2 - Distribuição populacional a partir de dados simulados das exigências de energia metabolizável para manutenção (Mcal/kg PCVZ^{0,75}) em bovinos de corte ($\mu = 0,1274$; $\sigma^2 = 0,001560$) As linhas abaixo correspondem aos intervalos de confiança ($1 - \alpha = 0,95$) construídos a partir de 100 amostras aleatórias ($n = 100$), nos quais 97 contemplaram a média populacional em seu interior.

Contudo, sendo k_m a razão entre duas variáveis com distribuição normal de probabilidade, uma aproximação para a variância de k_m pode ser obtida a partir das informações de EL_m e EM_m utilizando-se a expansão de Taylor (STUART; ORD, 2009), a qual resulta em:

$$s^2(\hat{k}_m) = \frac{(EL_m)^2}{(EM_m)^2} \times \left[\frac{s^2(EL_m)}{(EL_m)^2} - 2 \times \frac{C\hat{O}V(EL_m, EM_m)}{EL_m \times EM_m} + \frac{s^2(EM_m)}{(EM_m)^2} \right]. \quad (22)$$

Um empecilho de ordem prática que surge para a utilização da equação (22) é a impossibilidade de obtenção de uma estimativa da covariância entre EL_m e EM_m a partir de dados de um único experimento. Assim, propõe-se neste estudo uma adaptação da referida equação utilizando-se a correlação entre EL_m e EM_m obtida a partir dos 41 estudos avaliados ($r = 0,85$; Tabela 1). Desta forma, faz-se:

$$s^2(\hat{k}_m) = \frac{(EL_m)^2}{(EM_m)^2} \times \left[\frac{s^2(EL_m)}{(EL_m)^2} - 2 \times \frac{0,85 \times \sqrt{s^2(EL_m) \times s^2(EM_m)}}{EL_m \times EM_m} + \frac{s^2(EM_m)}{(EM_m)^2} \right]. \quad (23)$$

A média dos desvios-padrão para k_m obtidos por intermédio da equação (23) para as 100 amostras aleatórias tomadas da população simulada (0,001403) mostrou-se muito

próxima da média dos desvios-padrão obtidos diretamente dos valores amostrais (0,001388). Adicionalmente, verificou-se que o número de intervalos de confiança gerados para k_m com a aplicação da equação (25) situou-se próximo da proporção esperada em função do índice de confiança utilizado (Figura 3), o que parece indicar a validade de sua utilização.

Estimando-se as exigências de energia líquida a partir do conjunto de dados obtidos do Sistema BR-CORTE (Tabela 2), faz-se a partir das equações (3) e (4) e dos dados expostos na Tabela 2:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{SPDXZ}{SQDX} = \frac{1,7720}{0,5408} = 3,2766 \quad (24)$$

$$\hat{\theta}_0 = \bar{Z} - \hat{\beta}_1 \times \bar{X} = -1,7307 - 3,2766 \times 0,2289 = -2,4807. \quad (25)$$

Assim, estima-se a EL_m como (Equações 1 e 7):

$$EL_m = \hat{\beta}_0 = e^{\hat{\theta}_0} = e^{-2,4807} = 0,0836 \quad (26)$$

$$PC = 0,0836 \times e^{3,2766 \times CEM}. \quad (27)$$

Estimando-se o erro padrão de $\hat{\theta}_0$, faz-se (Equações 5 e 7 e Tabela 2):

$$\sum_{i=1}^{158} (Z_i - \hat{Z}_i)^2 = SDQZ - \hat{\beta}_1 \times SPDZX = 10,2732 - 3,2766 \times 1,7720 = 4,4671, \quad (28)$$

$$s_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^{158} (Z_i - \hat{Z}_i)^2}{158 - 2} = \frac{4,4671}{156} = 0,028635, \quad (29)$$

$$s(\hat{\theta}_0) = \sqrt{\left(\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{SQDX}\right) \times s_e^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{158} + \frac{0,2289^2}{0,5408}\right) \times 0,028635} = 0,054365. \quad (30)$$

A partir de (30) derivam-se a variância e o intervalo de confiança para EL_m (Equações 9 e 10):

$$s(\hat{\beta}_0) = \pm \hat{\beta}_0 \times [e^{s(\hat{\theta}_0)} - 1] = \pm 0,0836 \times [e^{0,054365} - 1] = \pm 0,0047, \quad (31)$$

$$s^2(EL_m) = 0,0047^2 = 0,000022, \quad (32)$$

$$IC(EL_m)_{0,95} = \hat{\beta}_0 \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \times s(\hat{\beta}_0) = 0,0836 \pm 1,975 \times 0,0047 = 0,0836 \pm 0,0093, \quad (33a)$$

$$IC(EL_m)_{0,95} : [0,0743 \leq EL_m \leq 0,0929]. \quad (33b)$$

Por intermédio de procedimento iterativo aplicado à equação (27) obtém-se (Equações 10 e 11):

$$EM_m = \hat{Y}_M = 0,1266 \quad , \quad (34)$$

$$\ln EM_m = \ln \hat{Y}_M = \hat{Z}_M = \ln(0,1266) = -2,06672 \quad , \quad (35)$$

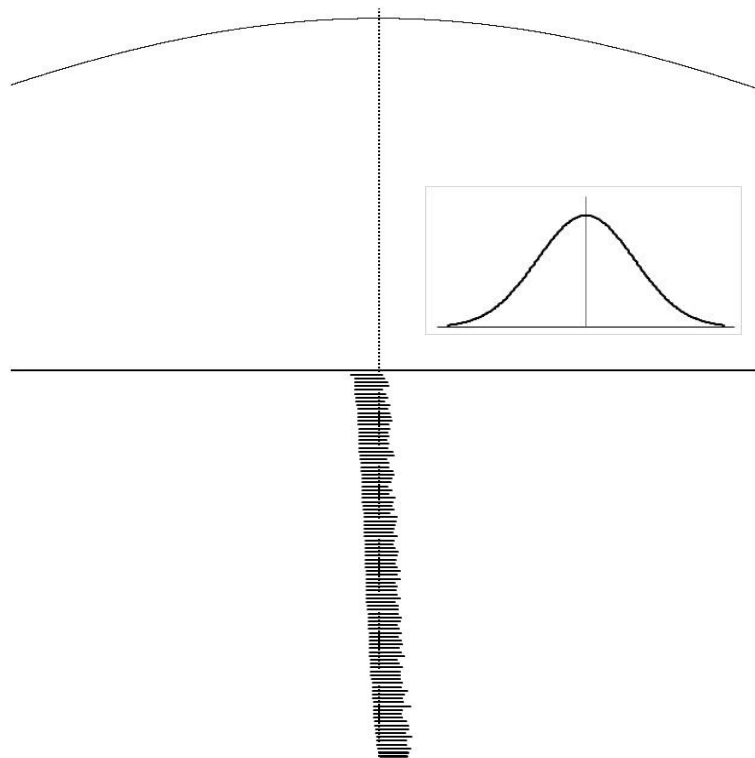


Figura 3 - Distribuição populacional a partir de dados simulados das exigências de energia metabolizável para manutenção (Mcal/kg PCVZ^{0,75}) em bovinos de corte ($\mu = 0,5809$; $\sigma^2 = 0,0014009$) As linhas abaixo correspondem aos intervalos de confiança ($1 - \alpha = 0.95$) construídos a partir de 100 amostras aleatórias ($n = 100$) utilizando-se a razão entre as médias das exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção e a derivação de variância populacional apresentada na equação (23). Noventa e oito intervalos contemplaram a média populacional em seu interior.

Por intermédio das pressuposições apresentadas nas equações (13), (14), (15) e (29) e Tabela 2, estimam-se a variância e o intervalo de confiança de EM_m por:

$$s(\hat{Z}_M) = \sqrt{\left[\frac{1}{n} + \frac{(X_M - \bar{X})^2}{SQDX}\right] \times s_e^2} = \sqrt{\left[\frac{1}{158} + \frac{(0,1266 - 0,2289)^2}{0,5408}\right] \times 0,028635} = 0,027118 \quad (36)$$

$$s(EM_m) = s(\hat{Y}_M) = \pm \hat{Y}_M \times [e^{s(\hat{Z}_M)} - 1] = \pm 0,1266 \times [e^{0,027118} - 1] = \pm 0,003480 \quad , \quad (37)$$

$$s^2(EM_m) = 0,003480^2 = 0,000012 \quad , \quad (38)$$

$$IC(EM_m)_{0,95} = \hat{Y}_M \pm t_{\frac{0,05}{2}} \times s(\hat{Y}_M) = 0,1266 \pm 1,975 \times 0,003480 = 0,1266 \pm 0,0069 \quad (39a)$$

$$IC(EM_m)_{0,95} : [0,1197 \leq EM_m \leq 0,1335] \quad (39b)$$

A partir dos resultados obtidos nas equações (26) e (34), estima-se a eficiência de uso da EM para manutença como (Equação 16):

$$\hat{k}_m = \frac{EL_m}{EM_m} = \frac{0,0836}{0,1266} = 0,6603 \quad (40)$$

A partir da demonstração exposta na Equação (23) e utilizando-se as estimativas obtidas nas equações (26), (32), (34) e (38) estimam-se a variância e o intervalo de confiança de k_m como:

$$s^2(\hat{k}_m) = \frac{(EL_n)^2}{(EM_m)^2} \times \left[\frac{s^2(EL_n)}{(EL_n)^2} - 2 \times \frac{0,85 \times \sqrt{s^2(EL_n) \times s^2(EM_m)}}{EL_n \times EM_m} + \frac{s^2(EM_m)}{(EM_m)^2} \right], \quad (41a)$$

$$s^2(\hat{k}_m) = \frac{(0,0836)^2}{(0,1266)^2} \times \left[\frac{0,000022}{(0,0836)^2} - 2 \times \frac{0,85 \times \sqrt{0,000022 \times 0,000012}}{0,0836 \times 0,1266} + \frac{0,000012}{(0,1266)^2} \right], \quad (41b)$$

$$s^2(\hat{k}_m) = 0,000561 \quad \Rightarrow \quad s(\hat{k}_m) = 0,023687 \quad , \quad (41c)$$

$$IC(k_m)_{0,95} = \hat{k}_m \pm t_{\frac{0,05}{2}} \times s(\hat{k}_m) = 0,6603 \pm 1,975 \times 0,023687 = 0,6603 \pm 0,0468, \quad (42a)$$

$$IC(k_m)_{0,95} : [0,6135 \leq k_m \leq 0,7071] \quad (42b)$$

Desenvolvendo-se raciocínio similar para k_g e utilizando-se as equações (3) e (18) e os dados expressos na Tabela 2, faz-se:

$$\hat{k}_g = \hat{\beta}_1 = \frac{SPDXY}{SDQX} = \frac{0,1963}{0,5408} = 0,3630. \quad (43)$$

A partir das equações (19) a (21) e utilizando-se os dados expostos na Tabela 2, estimam-se o erro-padrão e o intervalo de confiança de k_g como:

$$\sum_{i=1}^{158} (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = SDQY - \hat{\beta}_1 \times SPDX = 0,2152 - 0,3630 \times 0,1963 = 0,1439 \quad (44)$$

$$s_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^{158} (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{158 - 2} = \frac{0,1439}{156} = 0,000922 \quad (45)$$

$$s(\hat{\beta}_1) = s(\hat{k}_g) = \sqrt{\frac{s_e^2}{SQDX}} = \sqrt{\frac{0,000922}{0,5408}} = 0,04130 \quad (46)$$

$$IC(k_g)_{0,95} = \hat{k}_g \pm t_{\frac{0,05}{2}} \times s(\hat{k}_g) = 0,3630 \pm 1,975 \times 0,04130 = 0,3630 \pm 0,0816, \quad (47a)$$

$$IC(k_g)_{0,95} : [0,2814 \leq k_g \leq 0,4446]. \quad (47b)$$

O método aqui proposto para estimação da variância e do intervalo de confiança de k_g é exato devido à natureza linear da relação entre o consumo de EM e a energia retida no CVZ (Equação 17).

Contudo, o procedimento de linearização por anamorfose aplicado à equação (1) poderia ser criticado, uma vez que a minimização dos erros ocorre em uma escala transformada, o que poderia implicar em estimativas não otimizadas dos parâmetros do modelo (MYERS, 1990). Contudo, com a pressuposição de erro multiplicativo (Equação 1) e sendo o modelo de relativa simplicidade matemática, pode-se entender que as estimativas dos parâmetros e de seus respectivos intervalos de confiança apresentem confiabilidade que se aproxime dos índices de confiança nominais adotados. A obtenção direta de intervalos de confiança para parâmetros (e.g., ELM) ou para valores preditos (e.g., EMM) por modelos não lineares é complexa e demanda conhecimento avançado de álgebra matricial e de algoritmos iterativos (SOUZA, 1998). Desta forma, os métodos aqui propostos têm por principal objetivo permitir a obtenção de informações de variância e de intervalos de confiança para o uso da energia em bovinos de forma mais acessível por pesquisadores da área de nutrição de ruminantes. Há de se ressaltar que, apesar do conjunto de dados utilizado para demonstração restringir-se a um único grupo genético e condição sexual, que os valores obtidos para os limites dos intervalos de confiança estimados mostraram-se biologicamente coerentes com os valores expressos por diferentes sistemas nutricionais (NRC, 2000; CSIRO, 2007; MARCONDES et al., 2010).

A aplicação dos intervalos de confiança aqui propostos (Equações 9, 15, 19 e 42) poderá constituir ferramenta útil para o cotejamento entre diferentes trabalhos de pesquisa e para a comparação de diferentes situações alimentares, condições sexuais e grupos genéticos tanto de forma intra-experimental, como na construção de bancos de dados para composição de sistemas nutricionais.

Conclusões

Aproximações para intervalos de confiança para as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção e para as eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e para ganho em bovinos de corte intervalos são apresentadas, demonstradas e discutidas, fornecendo ferramentas com índice de confiança adequado para o desenvolvimento de trabalhos em exigências nutricionais de bovinos.

Agradecimentos

Ao CNPq, FAPEMIG e INCT Ciência Animal pelo suporte financeiro para a realização deste trabalho.

BONFÁ, H. C.; DETMANN, E.; CECON, P. R.; VALADARES FILHO, S. C.; REGADAS FILHO, J. G. L. Approaches to confidence intervals for the energy requirements of beef cattle. *Rev. Bras. Biom.*, São Paulo, v.33, n.2, p.216-233, 2015.

- **ABSTRACT:** *The objective of this study was to propose approaches to the confidence intervals for the net and metabolizable energy requirements for maintenance and for the efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance and weight gain in beef cattle. A simulated population of 100,000 animals was used to demonstrate the distributional properties of the energy requirements. Approaches to the confidence intervals were proposed and demonstrated using the properties of the normal distribution, and using approaches based on anamorphosis and on Taylor's series. A dataset of 158 animals was used to demonstrate the application of the proposed approaches. The results demonstrated the feasibility of use of such approaches, which are relevant tools for the practice of inductive statistics and for the inter- and intra-experimental comparisons.*
- **KEYWORDS:** *energy efficiency, inductive statistics, metabolizable energy, net energy, nutrient requirement*

Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- ALMEIDA, M. I. V.; FONTES, C. A. A.; ALMEIDA, F. Q.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, O. F. Conteúdo corporal e exigências líquidas de energia e proteína de novilhos mestiços Holandês-gir em ganho compensatório. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.1, p.205-214, 2001.
- ALMEIDA, V. V. S.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; OLIVEIRA, A. C.; SOUZA, D. R. Body composition and energy and protein requirements of grazing Nelore steers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, n.7, p.1347-1354, 2009.
- AMARAL P. M. *Desempenho e exigências nutricionais de bovinos mestiços Holandês x Zebu alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína*. 2012. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, O. F.; CECON, P. R.; SIGNORETTI, R. D.; TURCO, S. H. N. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros alimentados com dietas contendo

diferentes níveis de volumoso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.27, n.5, p.1013-1022, 1998.

BACKES, A. A.; PAULINO, M. F.; ALVEZ, D. D.; RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de bovinos mestiços leiteiros e zebu, castrados, em regime de recria e engorda. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n.1, p. 257-267, 2005.

BLAXTER, K. L. *The energy metabolism of ruminants*.3.ed. Springfield: Charles C. Thomas, 1962. 329p.

BONILHA, E. F. M.; BRANCO, R. H.; BONILHA, S. F. M.; ARAÚJO, F. L.; CYRILLO, J. N.S. G.; MAGNANI, E. Body chemical composition, tissue deposition rates and gain composition of young Nellore cattle selected for postweaning weight. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.43, p.175-182, 2014.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. *Estatística básica*. 4 ed. São Paulo: Atual, 1987. 321p.

CASTILLO, L. H. E.; FONTES, C. A. A.; JORGE, A. M.; RODRIGUES, M. P.; FREITAS, J. A.; QUEIROZ, A. C. Exigências nutricionais de bovinos não castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.26, n.6, p.575-583, 1997.

CECON, P. R.; SILVA, A. R. S.; NASCIMENTO, M.; FERREIRA, A. *Métodos estatísticos*. Viçosa: Editora UFV, 2012. 229p.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; TEDESCHI, L. O.; CHIZZOTTI, F. H. M.; CARSTENS, G.E. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.85, n.8,p.1971-1981, 2007.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO. *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. Collingwood: CSIRO Publishing, 2007. 296p.

DRAPPER, N.R.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York: John Wiley & Sons, 1966. 407p.

FERRELL, C.L.; OLTJEN, J.W. Net energy systems for beef cattle - concepts, application, and future models. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.86, n.10, p.2779-2794, 2008.

FONSECA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E.; FONSECA, E. A.; BENEDETI, P. D. B.; SILVA, L. D. Exigências nutricionais de bezerros nelores lactentes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.41, n.5, p.1212-1221, 2012a.

FONSECA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E.; BENEDETI, P. D. B.; SILVA, L. D.; AMARAL, P. M. Exigências nutricionais de vacas nelores primíparas lactentes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.41, n.5, p.1222-1230, 2012b.

- FREITAS, J. A.; FONTES, C. A. A.; SOARES, J. E.; JORGE, A. M.; ESTRADA, L. H. C. Composição corporal e exigências de energia para manutenção de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não-castrados em confinamento. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zootecnia da Unipar*, Umuarama, v.3, n.1, p.19-29, 2000.
- GIONBELLI, M. P. *Desempenho produtivo e exigência nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento*. 2010. 106f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CASTRO, A. C. G. Exigências de energia para cinco grupos genéticos de novilhos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.20, n.3, p.421-429, 1991.
- GUIMARÃES FILHO, C.C. *Composição corporal e exigências nutricionais de bezerras holandesas do nascimento aos 100 dias de idade*. 2008. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- KLEIBER, M. *The fire of life: An introduction to animal energetics*. New York: John Wiley& Sons, 1961. 454p.
- LANA, R. P.; FONTES, C. A. A.; PERON, A. J.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, D. J. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), de novilhos de cinco grupos raciais. 2. Exigência de energia e proteína. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.21, n.3, p.528-537, 1992.
- LIMA, J. C. M. *Consumo e exigência de energia de bezerras da raça Holandesa*. 2013. 42f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N.A system for expressing the net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.27,n.3, p.793-806, 1968.
- MACHADO, P. A. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; PAULINO, P. V. R.; MARCONDES, M. I. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.64, n.3, p.683-692, 2012.
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; NASCIMENTO, F. B.; FONSECA, M. A. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, n.8, p.1587-1596, 2009.
- MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; GIONBELLI, M. P.; PAULINO, P. V. R.; PAULINO, M. F. Energy requirements of zebu beef cattle. In: VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. (Eds.) *Nutrient requirements of zebu beef cattle - BR-CORTE.2* ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. p.81-106.
- MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; MORAES, K. A. K.; FIGUEIREDO, D. M.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; COUTO, V. R. M. Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, n.5, p.933-940, 2009.

- MYERS, R.H. *Classical and modern regression with applications*. Boston: PWS-Kent Publishing Co., 1990. 488p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7 ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2000. 244p.
- PAIXÃO, M. L. *Desempenho produtivo e exigências nutricionais de bovinos de corte em pastagens de Brachiaria decumbens, com suplementação proteica*. 2008. 110f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- PAULA, N. F. *Crescimento de bovinos de corte no sistema pasto/suplemento submetidos a diferentes planos nutricionais*. 2012. 115f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- PAULINO, M. F.; FONTES, C. A. A.; JORGE, A. M.; GOMES Jr., P. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.28, n.3, p.627-633, 1999.
- PAULINO, P. V. R.; COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A.; MORAES, E. H. B. K.; PORTO, M. O.; ANDREATTA, K. Exigências nutricionais de zebuínos. I. Energia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.33, n.3, p.781-791, 2004.
- PAULINO, P. V. R. *Desempenho, composição corporal e exigência nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais*. 2006. 167f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- PIRES, C. C.; FONTES, C. A. A.; GALVÃO, J. G.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; PAULINO, M. F. Exigências nutricionais de bovinos de corte em acabamento. II. Exigências de energia para manutenção e ganho de peso. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.22, n.1, p.121-132, 1993
- PORTO, M. O.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALENTE, E. E. L.; SALES, M. F. L.; CAVALI, J.; COUTO, V. R. M.; DETMANN, E. Nutritional requirements of energy, protein and macrominerals for maintenance and weight gain of young crossbred Nelore Holstein bulls on pasture. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n.5, p.734-745, 2012
- PRADOS, L. F.; VALADARES FILHO, S. C. ; DETMANN, E.; ZANETTI, D; SANTOS, S. A.; SATHLER, D. F. T.; MARIZ, L. D. S.; BORGES, A. L. C. C.; NUNES, A. N.; RODRIGUES, F. C.; AMARAL, P. M. Energy and protein requirements of $\frac{3}{4}$ Zebu \times $\frac{1}{4}$ Holstein crossbreds fed different calcium and phosphorus levels in the diet. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, 2015 (in press).
- ROCHA, A. A.; PAULINO, M. F.; FERNANDES, H. J.; BARROS, L. V.; LOPES, S. A.; GALON, L. ; SILVA, A. G.; ALMEIDA, D. M. Net requirements of energy, protein and macrominerals for weight gain of grazing beef cattle castrated at different ages, with and without supplementation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.2, n.2, p.707-713, 2012.

- ROCHA, E. O.; FONTES, C. A. A. Composição corporal, composição do ganho de peso e exigências nutricionais de novilhos de origem leiteira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.28, n.1, p.159-168, 1999.
- ROTTA, P. R.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; COSTSILVA, L. F. C.; VILLADIEGO, F. A. C.; GALINDO, E. M.; SILVA, F. A. S. Nutrient requirements of energy and protein for Holstein Zebu. *Semina. Ciências Agrárias*, Londrina, v.34, n.5, p.2523, 2013.
- SALES, M. F. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; PORTO, M. O.; COUTO, V. R. M. Composição corporal e requisitos energéticos de bovinos de corte suplementados sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, n.7, p.1355-1362, 2009.
- SALVADOR, M. *Exigência de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados*. 1980. 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.
- SIGNORETTI, R. D.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; ARAÚJO, G. G. L.; QUEIROZ, A. C. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros da raça holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.28, n.1, p.195-204, 1999.
- SILVA, A. L. *Desempenho e exigências nutricionais de energia e proteína para bezerros mestiços Holandês×Gir lactentes sob diferentes planos de alimentação*. 2013. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- SILVA, F. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ÍTAVO, L. C. V.; VELOSO, C. M.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macronutrientes minerais de bovinos Nelore não-castrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.2, p.757-764, 2002.
- SILVA, L. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; ZANETTI, D.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; PRADOS, L. F.; PAULINO, M. F.; AZEVEDO, H. O. Energy and protein nutritional requirements for Nellorebulls. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.41, n.5, p.1516-1524, 2012.
- SOUZA, G. S. *Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. 489p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H., DICKEY, D.A. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1997. 666p.
- STUART, A.; ORD, K. *Kendall's Advanced Theory of Statistics: Volume 1: Distribution Theory*. New York: Oxford University press Inc., 2009. 676p.
- TEIXEIRA, J. C.; SILVA, J. F. C.; GARCIA, J. A.; SILVA, M. A. Exigências de energia e proteína composição e área corporal e principais cortes da carcaça de seis grupos genéticos de bovídeos. II. Exigências de energia e proteína. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.16, n.2, p.181-192, 1987

VALENTE, E. E. L.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; CARDENAS, J. E. G.; DIAS, I. F.T. Requirement of energy and protein of beef cattle on tropical pasture. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v.35, n.2, p.417-424, 2013.

VELOSO, C. M.; VALADARES FILHO, S. C.; GESUALDI Jr., A.; SILVA, F. F.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R. Composição corporal e exigências energéticas e proteicas de bovinos F1 Limousin x Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.3, p.1273-1285, 2002

VERAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; FERREIRA, M. A.; OLIVEIRA, S. R.; MORAES, E. H. B. K. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore não-castrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.3, p.904-910, 2001.

ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P.; CECON, P. R.; QUEIROZ, D. S.; MOREIRA, A. L. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.1, p.530-537, 2002.

Recebido em 05.02.2015

Aprovado após revisão em 01.04.2015