



Avaliação do modelo NRC para predição do consumo de matéria seca por vacas leiteiras manejadas em pastos tropicais¹

Júlia Gazzoni Jardim², Bernardo Lima Bento de Mello², Leonardo Siqueira Gória³, Fermino Deresz⁴, Ricardo Augusto Mendonça Vieira⁵, Nardele Moreno Rohem Júnior³

¹Parte da dissertação do segundo autor. Este trabalho utilizou dados de pesquisas financiadas pela FAPEMIG.

²Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

³Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

⁴Embrapa Gado de Leite.

⁵Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – CCTA – LZNA. e-mail: ramvieira@uenf.br

Resumo: Objetivou-se avaliar o poder preditivo do modelo do NRC (2001) em estimar o consumo de matéria seca (CMS) por vacas em pastagens tropicais. Foi efetuada uma análise conjunta de cinco estudos contemplando três forrageiras. Foram avaliadas 132 estimativas individuais do CMS observado (CMS_{Obs}) obtidas por meio do indicador externo Cr₂O₃. O CMS também foi predito a partir do *software* do NRC (CMS_{Pred}). Os valores de CMS_{Pred} (12,7 ± 1,6 kg/d) foram semelhantes aos de CMS_{Obs} (12,3 ± 3,3 kg/d). Foram obtidos o viés médio (- 0,419 kg/d), o coeficiente de determinação (0,029), o coeficiente de correlação (0,17; *P* = 0,051), o quadrado médio do erro de predição (11,844 ± 20,034), o fator de eficiência do modelo (- 0,081), o coeficiente de determinação do modelo (4,1032) e o fator de correção do viés (0,767). A comparação entre CMS_{Obs} e CMS_{Pred} permitiu identificar a tendência de superestimação das predições se considerado o ajuste por meio de regressão robusta para o modelo linear simples sem intercepto. As estimativas robustas do desvio padrão residual da regressão robusta foi de 3,26 kg/d; portanto, considerando-se o valor médio de 12,28 kg/d para o CMS_{Obs}, o quociente entre ambos é um indicador de variabilidade, ou seja, 26,55%. A dispersão da unidade de desvio normal do erro em função do CMS_{Pred} não apresentou viés geral. Nestas condições o modelo produz predições de CMS com boa exatidão, porém com baixa precisão.

Palavras-chave: avaliação empírica, consumo, poder preditivo

Evaluation of the NRC model for prediction of dry matter intake by dairy cows managed in tropical pastures

Abstract: The goal of the present study was to evaluate the predictive power in estimating the dry matter intake (DMI) of crossbred cows on tropical pastures by the NRC (2001) equation for dairy cattle. A joint analysis of five studies covering three forages was performed in which 132 individual estimates of observed DMI obtained through Cr₂O₃ as a marker. DMI was also predicted from the software of NRC (DMI_{Pred}). Predicted DMI_{Pred} average values (12,7 ± 1,6 kg/d) were similar to the observed DMI_{Obs} ones (12,3 ± 3,3 kg/d). We obtained the following estimates of the evaluation of the predictive power of the model: average bias (- 0,419 kg/d), coefficient of determination (0,029), Person's correlation coefficient (0,17; *P* = 0,051), mean square error of prediction (11,844 ± 20,034), model efficiency factor (- 0,081), coefficient of determination (4,1032), and bias correction factor (0,767). The comparison between DMI_{Obs} and DMI_{Pred} values allowed the identification of the overestimating tendency of the predictions demonstrated by the robust regression fit of the simple linear no intercept model. The robust estimate of standard error of the robust regression was 3,26 kg/d, and by considering the average value of 12,28 kg/d for DMI_{Obs}, the ratio between these two estimates is an indicator of the magnitude of the variability, i.e., 26,55%. Nevertheless, the model yields predictions with satisfactory accuracy, but with low precision.

Keywords: empirical evaluation, intake, predictive power

Introdução

O conhecimento do consumo de matéria seca (CMS) é importante na nutrição porque define a quantidade de nutrientes disponíveis para os animais. Os vários fatores que afetam o CMS têm sido considerados nas suas determinações. O modelo matemático do NRC (2001) possibilita a predição do CMS para vacas leiteiras. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o poder preditivo do modelo do NRC na estimação do CMS por vacas mestiças manejadas em pastagens tropicais.



Material e Métodos

Foi efetuada uma análise conjunta de dados oriundos de cinco estudos (Mello, 2011) realizados nos campos experimentais da Embrapa Gado de Leite, com vacas mestiças em lactação, em sistema de pastoreio rotacionado, utilizando-se três forrageiras tropicais: a grama estrela africana (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*), o capim tanzânia (*Urochloa maxima* (Jacq.) R. Webster) e o capim marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. Webster).

As observações contidas nos estudos supracitados consistem de 132 estimativas individuais do consumo de matéria seca (CMS_{Obs}) obtidas por meio da metodologia do indicador externo óxido crômico (Cr₂O₃). Essas estimativas serviram de referência para avaliação das predições (*outputs*) do consumo de matéria seca (CMS_{Pred}) gerados por meio da operação do *software* do NRC (2001). Foram fornecidos ao *software* dados de entrada (*inputs*), referentes aos animais utilizados, para predição do CMS.

As medidas empregadas para avaliação do poder preditivo do modelo foram estimadas segundo os procedimentos sugeridos por Tedeschi (2006). Foram utilizados procedimentos de regressão linear robusta para a verificação da aderência dos valores observados aos valores preditos em relação à linha de unidade em que Y é igual a X (Rousseeuw & Leroy, 1987).

Resultados e Discussão

Foram encontrados valores de CMS_{Pred} (12,7 ± 1,6 kg/d) pelo modelo avaliado semelhantes aos de CMS_{Obs} (12,3 ± 3,3 kg/d) obtidos com a metodologia dos indicadores para estimar o consumo de pasto. Este fato se confirma por meio das estimativas obtidas das medidas de precisão dos modelos (Tedeschi, 2006), como, o viés médio (MB = - 0,419 kg/d), que verifica a uniformidade da distribuição dos pontos em torno da linha de unidade Y = X. Neste estudo, seu pequeno valor negativo denota comportamento geral de superestimação do CMS_{Pred} por parte do modelo do NRC. No entanto, seu valor absoluto representa apenas 3,4% do CMS_{Obs}. Contudo, o pequeno coeficiente de determinação ($r^2 = 0,029$) e o coeficiente de correlação $r = 0,17$ ($P = 0,051$) denotam fraca evidência de associação entre as variáveis, que permitem identificar uma baixa precisão do modelo NRC em antecipar o CMS, dentro do intervalo estudado.

O quadrado médio do erro de predição (MSEP = 11,844 ± 20,034), é um indicador de variabilidade dos dados e, no caso em questão, é mais uma evidência da baixa precisão das predições. O fator de eficiência do modelo (MEF = -0,081), que o quão mais próximo de um, melhor é o modelo, pode variar de menos infinito a um e, neste caso, denota valores piores de predição. O coeficiente de determinação do modelo mede a proporção da variância total predita pelo modelo e, o quanto mais próximo da unidade, melhor. No entanto, dada a magnitude de sua estimativa (CD = 4,1032) fica evidente a fraqueza do poder preditivo do modelo NRC em prever com maior precisão o CMS_{Obs}. O fator de correção do viés ($C_b = 0,767$), que pode variar de zero a um, indica o quanto a linha de regressão linear entre os valores observados e os preditos desviou-se do coeficiente angular da linha de unidade (Y = X). Quando $C_b = 1$ nenhum desvio a partir da linha de unidade ocorre.

A comparação entre os valores observados (Y) e preditos (X) permitiu identificar a tendência de superestimação das predições do modelo avaliado para as condições analisadas se considerado o ajuste por meio de regressão robusta para o modelo linear simples sem intercepto (Figura 1A). Na Figura 1B foi contrastada a unidade normal de desvio do erro (s), obtida segundo Draper & Smith (1966), em função do CMS_{Obs}. O que se pode depreender é que existe uma tendência geral de superestimação dos valores menores que 12 kg/d e de subestimação de valores acima desse ponto. Há uma visível tendência das unidades normais de desvio do erro dispersas em função do CMS_{Obs}. Apesar de a existência dessa tendência indicar o viés geral do modelo, aproximadamente 96% dos desvios encontram-se entre -2 e 2. No entanto, a dispersão tendenciosa é um indicador de que a dispersão dos desvios ao longo do CMS_{Obs} não segue um padrão aleatório ou uma distribuição normal conforme é recomendado para um bom modelo de predição (Mitchell, 1997). A Figura 1C ilustra a dispersão dos dados sobre o CMS_{Obs} em função do CMS_{Pred} e contém, ainda, a regressão linear robusta para a qual foram estimados o intercepto e a inclinação do modelo linear simples. O desvio padrão residual da regressão robusta foi de 3,26 kg/d. O quociente entre esse desvio e o valor médio (12,28 kg/d) para o CMS_{Obs} nos dá uma idéia da variabilidade ou da dispersão dos dados, i.e. 26,55%. Na Figura 1D pode-se depreender que, apesar da variabilidade existente (Figura 1A e 1B), a dispersão da unidade de desvio normal do erro em função do CMS_{Pred} não apresentou viés geral e 96% dos



desvios encontram-se no intervalo entre -2 e 2. Tal critério permite verificar a existência da possível influência de outras variáveis não constantes no modelo (Draper & Smith, 1966; Mitchell, 1997).

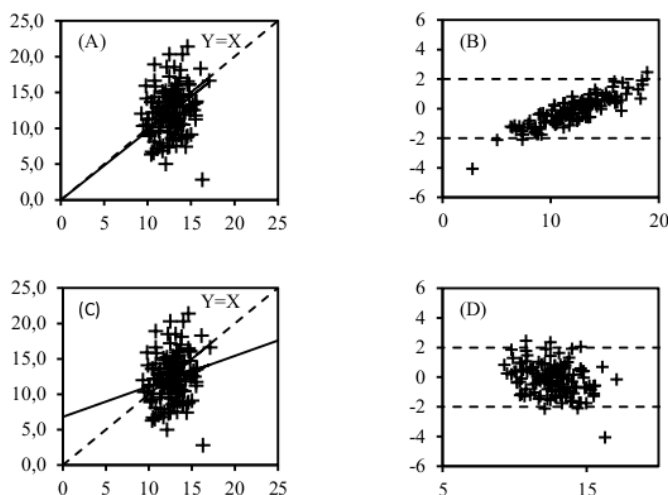


Figura 1. Comparação entre os valores observados (Y) e preditos (X) em que a linha tracejada representa a linha de unidade e a linha sólida, a estimativa de regressão robusta para o modelo sem intercepto (Painel A). A estimativa robusta para o coeficiente de regressão foi de $0,9618 \pm 0,0232$ ($P < 0,001$). No painel B observa-se o contraste entre a unidade normal de desvio do erro dispersa em função do CMS_{Obs} . O painel C contém a dispersão do CMS_{Obs} em função do CMS_{Pred} e, ainda, a regressão linear robusta para a qual foram estimados o intercepto e a inclinação do modelo linear. No painel D encontra-se a dispersão da unidade normal de desvio do erro dispersa em função do CMS_{Pred} .

A partir da variabilidade das predições obtidas e da possibilidade de influência de outras variáveis não constantes no modelo, ressaltamos que a equação de predição do CMS para vacas em lactação do NRC (2001) não considera características do alimento ou do ambiente de produção.

Conclusões

Nas condições avaliadas neste estudo, o modelo de predição do consumo de matéria seca em uso no NRC para gado leiteiro produz predições com satisfatória exatidão, porém com baixa precisão.

Existe a necessidade de realização de mais estudos visando à aplicabilidade do modelo para predição do consumo de matéria seca, sobretudo em condições tropicais.

Literatura Citada

- DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley & Sons. 1966. p.88. 407p.
- MELLO, B.L.B. **Avaliação do modelo NRC para predição do consumo de matéria seca por vacas leiteiras manejadas em pastos tropicais**. 2011. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ.
- MITCHELL, P.L. Misuse of Regression for Empirical Validation of Models. **Agricultural Systems**, v.54, n.3, p.313- 326, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. *National Academy of Sciences*, Washington, DC. 2001.
- ROUSSEEUW, P.J.; LEROY, A.M. **Robust Regression and Outlier Detection**. ROBUST REGRESSION AND OUTLIER DETECTION. New York: Wiley. 1987. 329 p.
- TEDESCHI, L.O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **A Review Agricultural Systems**, v.89, p.225-247, 2006.