

Método para formulação de dietas de bovinos de corte pelo critério de minimização do custo de alimentação

Luís Gustavo Barioni^{1*}; Dante Pazzanese Lanna²; Luís Orlando Tedeschi³; Rui Fonseca Veloso¹

¹Pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

²Prof. do Dept. Zootecnia, ESALQ/USP, Bolsista do CNPq

³Cornell University, Ithaca, NY, USA

*barioni@cpac.embrapa.br

Introdução

A formulação de dietas para animais comerciais tem freqüentemente adotado o critério de minimização do custo da matéria seca (MCMS). E, a técnica de programação linear, possibilita gerar de matrizes estabelecidas com esse critério. Entretanto, o critério de MCMS possui desvantagens devido à necessidade de determinar "a priori" níveis esperados de desempenho e a ingestão de matéria seca, dados esses usados para estimar parâmetros das restrições nutricionais. Uma solução pelo critério de MCMS aplica-se, portanto, a apenas um nível de desempenho animal.

O fato da atividade de confinamento de bovinos de corte no Brasil admitir uma amplitude de variação para o desempenho dos animais faz com que várias soluções para MCMS sejam possíveis. Logo, uma única solução não determina, necessariamente, o menor custo de produção ou o máximo lucro para a atividade.

O objetivo desse artigo é apresentar um método robusto para formulação de rações utilizando-se o critério de MCA e resultados de sua aplicação.

Material e métodos

Define-se o problema de MCMS como sendo:

$$\text{Minimizar: } CMS = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot A_i) \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a: } \begin{cases} \sum_i A_i = 1 \\ A_i \geq 0 \\ \sum_i N_{ij} A_i > E_j \\ \sum_i N_{ij} A_i < T_j \\ A_i > Mn_i \\ A_i < Mx_i, \end{cases}$$

onde, CMS é o custo direto da matéria seca, \$/kg; Pi é o preço da matéria seca do i-ésimo alimento, \$/kg; Ai é a proporção do i-ésimo alimento na matéria seca, kg/kg; Nij é a concentração do j-ésimo nutriente ou elemento de interesse no i-ésimo alimento, mg/kg; Ej é a exigência nutricional do j-ésimo nutriente em base da matéria seca, mg/kg, definidas as características do animal em questão; Tj é a concentração do j-ésimo nutriente, mg/kg, e; Mn_i e Mx_i são respectivamente os níveis mínimos e máximos desejados para o i-ésimo alimento na formulação, kg/kg.

Custos indiretos, tanto fixos quanto variáveis, que não se relacionam à composição da dieta não foram incluídos no equacionamento do problema. Assim, definiu-se a equação do custo de alimentação por quilo de carcaça produzido (CAP) conforme mostrado pela Equação 2. O problema de CAP é sujeito às mesmas restrições impostas para a minimização do custo direto de matéria seca (Equação 1).

$$CAP = \frac{IMS \sum_i P_i A_i}{GPV \cdot RC} \cdot 15 \quad (2)$$

onde, IMS é a ingestão de matéria seca, kg/d; GPV é o ganho médio diário de peso vivo dos animais kg/d; RC é o rendimento de carcaça, kg/kg; e $\sum_i P_i A_i$ é o custo da matéria seca (CMS), \$/kg.

Adotou-se o sistema NRC (2000) para estimar a ingestão de matéria seca, exigências nutricionais dos animais, e o ganho de peso. A ferramenta Microsoft Excel™ foi utilizada para implementar tanto os modelos matemáticos incorporados no sistema NRC (2000) quanto a matriz de programação linear formulada para minimizar o custo da matéria seca.

A implementação dos modelos preditivos do NRC (2000) no programa permitiu automatizar a formulação da matriz de programação linear. A matriz de programação linear é estabelecida a partir de informações definidas pelo usuário quanto ao genótipo e o peso dos animais e pelas exigências nutricionais, GPV, e IMS, estimados pelo sistema NRC (2000). A matriz de programação linear é formulada para tratar, basicamente, variações na concentração mínima de nutrientes e sua solução é obtida pelo Microsoft Excel Solver. Todo esse procedimento encontra-se implementado e validado no pacote comercial RLM (Lanna et al., 1999b).

Resultados

O sistema NRC (2000) utiliza a concentração de NDT na dieta para estimar a ingestão de matéria seca e consequentemente o desempenho animal. De forma semelhante, o NRC (2000) estima as exigências nutricionais direta ou indiretamente, por meio do desempenho dos animais, a partir da concentração de NDT na dieta. Assim sendo, é possível formular uma matriz de programação linear e, consequentemente, obter uma solução para o problema de MCMS para cada nível de NDT. A equação que define o custo direto de alimentação por quilo de carcaça produzido pode então ser re-escrita como:

$$CAP = \frac{IMS(NDT) \cdot CMS(NDT)}{GPV(NDT) \cdot (RC/15)} \quad (3)$$

onde IMS(NDT) é a ingestão de matéria seca, kg/d, para um nível definido de NDT; CMS (NDT) é o custo da matéria seca da dieta, \$/kg, para um nível definido de NDT; GPV(NDT) é o ganho diário de peso vivo, kg/d, e; RC é o rendimento de carcaça, kg/kg.

Para um determinado nível de NDT o custo mínimo de alimentação ocorre apenas quando o custo da matéria seca da dieta também é mínimo, porque a IMS e o GPV são estimados a partir da concentração de NDT, Equação (4).

$$\text{Min}(CAP(NDT)) = \frac{IMS(NDT)}{GPV(NDT)} \text{Min}(CMS(NDT))$$

Min(CMS(NDT)) refere-se ao problema de MCMS, definido pela Equação 1. Portanto, fixando-se o valor de NDT, reduzimos o problema de MCA é reduzido a um problema de MCMS. Assim, o problema de MCA pode ser resolvido identificando-se o ponto ótimo da curva de resposta do custo direto de alimentação por quilo de carcaça em relação à concentração de nutrientes digestíveis totais em dietas otimizadas quanto ao MCMS.

A determinação do ponto mínimo da curva de resposta à concentração de NDT pode ser feita de várias formas utilizando, por exemplo, algoritmos não-lineares que, a cada iteração, demandem a solução de um problema de MCMS (BARIONI, 2002). Um método mais simples foi adotado para fins didáticos, construindo uma curva de resposta do custo de alimentação para diferentes níveis de NDT e determinando o ponto com valor mínimo.

A Figura 1 ilustra curvas de resposta do custo direto de alimentação em relação à concentração de NDT (com intervalos fixos de 0,5 pontos para a restrição de concentração de NDT da matriz de programação linear). Cada um dos pontos das curvas da Figura 1 corresponde à uma solução gerada adotando o critério de MCMS para um nível de NDT (dentro dos limites impostos pela composição dos alimentos disponíveis).

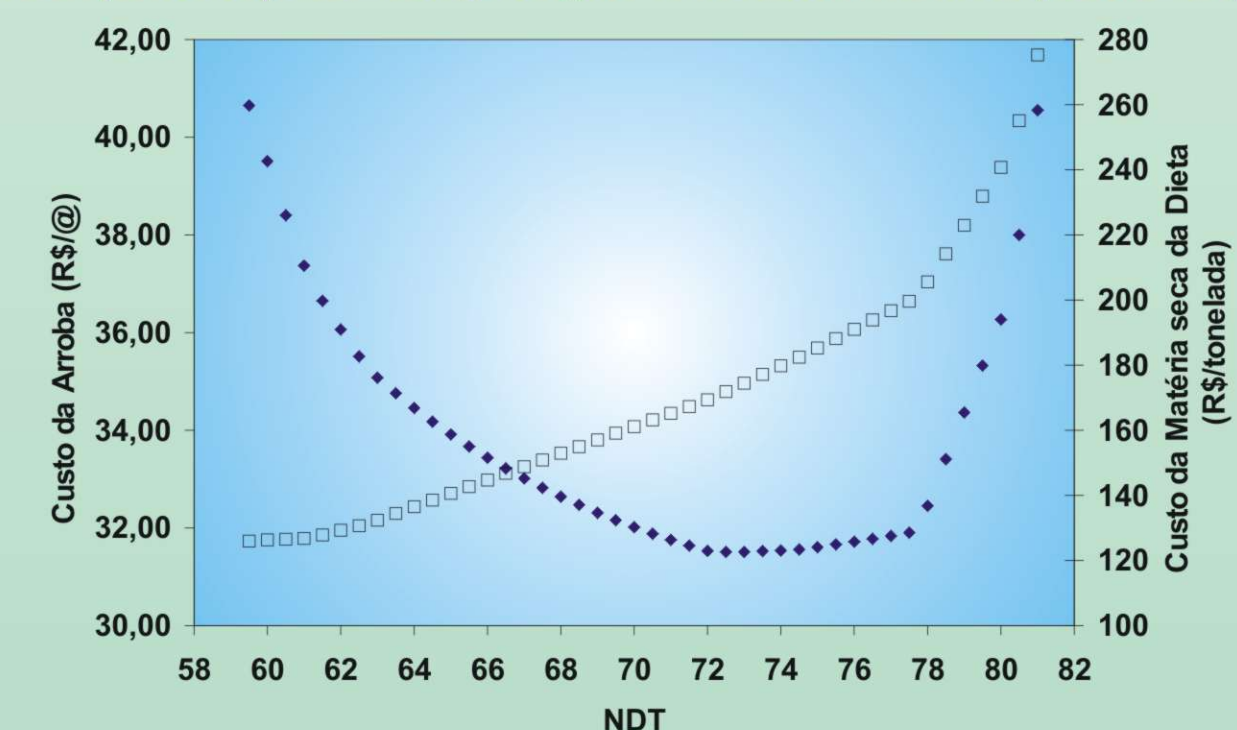


Figura 1. Curvas de resposta de custo da matéria seca (quadrado aberto) e custo direto de alimentação por arroba de carcaça (losangos).

Conclusões

- A minimização do custo da matéria seca é condição necessária, mas não suficiente, para a MCA.
- A MCA pode ser determinada identificando-se o ponto ótimo da curva de resposta do custo direto de alimentação por quilo de carcaça em relação à concentração de nutrientes digestíveis totais em dietas otimizadas pelo critério de MCMS.

Referências Bibliográficas

- BARIONI, L. G. Modelagem dinâmica e otimização metaheurística para apoio à tomada de decisões na recria e engorda de bovinos de corte. 2002. 100 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba.
- LANNA, D. P. D.; TEDESCHI, L. O.; BELTRAME FILHO, J. A. Comparação de modelos lineares e não-lineares de simulação do uso de nutrientes em ruminantes para formulação de dietas que maximizem o retorno econômico. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.56, n. 2, p. 479-488, 1999a.
- LANNA, D.P.D.; BARIONI, L.G.; TEDESCHI, L.O.; BOIN, C. *RLM - rações de lucro máximo*: guia do usuário. Piracicaba: FEALQ, 1999b. 27p.
- LASDON, L.; WAREMN, A.; JAIN, A.; RATNER, M. Design and testing of a generalized reduced gradient code for nonlinear programming. *ACM Transactions on Mathematical Software*, New York, v. 4, n. 1, p. 34-50, 1978.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. *Nutrient requirements of beef cattle*. 8.ed. Washington : National Academic Press, 2000.
- RESENDE FILHO, M. A. Desenvolvimento de um sistema de apoio ao processo de tomada de decisão em confinamento de bovinos de corte. 1997. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.