

Predição do fracionamento de carboidratos da cana-de-açúcar com base em componentes fibrosos¹

José Augusto Gomes Azevedo², Douglas dos Santos Pina³, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira⁴, André Soares de Oliveira³, Gleidson Giordano Pinto de Carvalho³, Natália Krish de P. Souza⁵

- 1 Apoio FAPEMIG
- 2 Professor da Universidade Estadual de Santa Cruz/DCAA. Doutorando UFV/DZO – augustog@uesc.br
- 3 Doutorando UFV/DZO
- 4 Pesquisador Embrapa – CNPSA
- 5 Estudante Zootecnia – UFV – Bolsista FUNARBIC

Resumo: Objetivando desenvolver e validar modelos de predição do fracionamento de carboidratos da cana-de-açúcar com base em componentes fibrosos, foram realizadas determinações em triplicata da fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), fração A+B1, B2 e C dos carboidratos de 15 variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), colhidas aos 426, 487 e 549 dias após para compor um banco de dados para ser utilizado no desenvolvimento e validação de equações de predição das frações dos carboidratos. As equações desenvolvidas foram para A+B1 = $101,21052 - 1,06067\text{FDN}$ ($R^2 = 99,13$) e para fração C = $-16,51672 + 0,34406\text{FDN} + 1,2103\text{LIG}$ ($R^2 = 99,55$). A fração B2 foi obtida por diferença $100 - (A+B1+C)$. Com base nos valores de P observados, pode-se inferir que todas as equações propostas são precisas, pois nelas o intercepto (β_0) não foi significativamente ($P > 0,05$) diferente de zero e a inclinação (β_1) não foi significativamente diferente de 1. As equações desenvolvidas para predição das frações A+B1, B2 e C dos carboidratos são precisas e podem ser utilizadas com segurança.

Palavra-chave: cana-de-açúcar; equações de predição, fracionamento de carboidratos

Prediction of the fractionation of carbohydrates of sugar-cane based in fibrous components

Abstract : Aiming at to develop and to validate models of prediction of the fraction the carbohydrates of the sugar-cane based in fibrous components, determinations were accomplished in three repetitions of the fiber in neutral detergent (NDF), lignin (LIG), fraction A+B1, B2 and C of the carbohydrates of 15 sugar-cane varieties (*Saccharum* spp.), cropped to the 426, 487 and 549 days after to compose a database to be used in the development and validation of equations prediction the carbohydrates. The developed equations went to A+B1 = $101.21052 - 1.06067\text{NDF}$ ($R^2 = 99.13$) and for fraction C = $-16.51672 + 0.34406\text{NDF} + 1.2103\text{LIG}$ ($R^2 = 99.55$). The fraction B2 was obtained by difference $100 - (A+B1+C)$. Based in the values of observed P, it can be inferred that all the proposed equations are accuracy, because in intercept (β_0) was not significantly ($P > .05$) different from zero and the inclination (β_1) was not significantly different from 1. The equations developed for prediction of the fractions A+B1, B2 and C of the carbohydrates are accuracy and they can be used with safety.

Key word: fractionation of carbohydrates, prediction equations, sugar-cane

Introdução

A utilização cana-de-açúcar como volumoso suplementar para seca baseia-se, sobretudo, em critérios econômicos, por constituir-se em opção competitiva quando comparada às outras fontes de volumosos. Os carboidratos presentes na cana constituem o principal nutriente que interfere no valor nutricional, já que as concentrações de proteína, extrato etéreo e matéria mineral representam em torno de 5% da matéria seca total.

Os constituintes fibrosos da cana-de-açúcar tem sido o principal critério para avaliação de divergência nutricional (Azevedo et al. 2003), por exercer efeito de repleção ruminal, provocando limitações no consumo de matéria seca e conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de nutrientes e a produtividade animal.

Porém, nos últimos anos houve grandes avanços nos conceitos relacionados à composição químico-bromatológica dos alimentos (Valadares Filho et al., 2006). Um bom exemplo é a sugestão feita por Sniffen et al. (1992) para que os alimentos utilizados pelos ruminantes sejam fracionados no intuito de formular dietas que promovam adequada digestão ruminal de carboidratos e proteínas e obter o máximo desempenho dos microrganismos ruminais, pois estariam minimizando as perdas energéticas e nitrogenadas no rúmen.

Objetivou-se desenvolver e validar modelos de predição do fracionamento de carboidratos da cana-de-açúcar com base em componentes fibrosos.

Material e Métodos

Foram utilizados informações referentes a composição químico-bromatológica das seguintes variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): RB855113, RB765418, RB855536, SP79-2233, RB845257,

SP80-180, RB855453, RB855336, SP80-1842, SP81-1763, SP80-4445, SP79-1011, RB739359, RB867515 e SP80-3280.

As colheitas para todas as variedades foram realizadas manualmente, de maneira aleatória, aos 426, 487 e 549 dias após o plantio. As análises de FDN e lignina foram determinadas conforme Van Soest et al. (1991). O fracionamento dos carboidratos foi realizado conforme descrito por Sniffen et al. (1992), porém, a fração C dos carboidratos foi obtida do resíduo da fração FDN após 144 horas de incubação *in vitro* e as frações A + B1 não foram separadas.

As variáveis, FDN e LIG, foram utilizadas para desenvolvimento das equações. As unidades experimentais foram aleatoriamente selecionadas, através do procedimento PROC SURVEYSELCT do SAS, sendo 60% das unidades experimentais utilizadas para o desenvolvimento das equações e 40% restantes utilizadas na validação das equações. Para construção das equações utilizou-se o PROC REG do SAS.

Para o total de dados e para os dados utilizados no desenvolvimento e na validação das equações de predição das frações de carboidratos aplicou-se também estatística descritiva básica.

Os procedimentos para validação dos teores observados e preditos pelas equações desenvolvidas nesse trabalho, basearam-se no ajustamento do modelo de regressão linear simples dos valores observados sobre os preditos pelas equações, sendo as estimativas dos parâmetros de regressão testadas pela hipótese de nulidade conjunta segundo Mayer et al. (1994).

A avaliação comparativa com relação à eficiência de predição entre as equações, foi feita pela avaliação do desvio médio de predição, segundo descrito por Kobayashi e Salam (2000).

Resultados e Discussão

A estatística descritiva para o conjunto total de dados, utilizados na construção e na validação das equações de predição das frações de carboidratos, considerando as variáveis, FDN, LIG, frações de carboidratos B2, C e A + B1 encontram-se na Tabela 1.

Pode-se observar que o critério de seleção empregado foi eficaz, permitindo boa representatividade, pois não interferiu nos valores médios das variáveis utilizadas para construção e validação das equações.

De forma geral, as amplitudes totais das diferentes variáveis no banco de dados utilizado para construção e validação das equações (Tabela 1) comportaram-se satisfatoriamente frente aos objetivos do estudo, abordando-se composição diferenciada dos constituintes fibrosos da cana-de-açúcar. Dessa forma, permite projeções representativas, face ao universo das variedades de cana e idades de corte utilizadas.

Tabela 1. Estatística descritiva para o conjunto de dados utilizados na construção e na validação de equações para a predição do fracionamento dos carboidratos, considerando as variáveis, fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG) e as frações dos carboidratos B2, C e A+B1.

Variáveis	Desenvolvimento de equações (n = 81)				
	FDN	LIGFDN	B2	C	A + B1
Média (kg)	47,93	13,30	33,55	16,07	50,38
Mediana (kg)	48,18	12,81	33,61	15,48	50,24
Máximo (kg)	55,64	17,17	39,31	20,67	55,96
Mínimo (kg)	42,75	10,31	26,14	12,70	42,20
CV (%)	5,68	12,72	9,32	12,69	5,76
	Validação (n = 54)				
Média (kg)	47,97	13,39	33,47	16,17	50,36
Mediana (kg)	48,52	13,40	33,73	15,95	49,77
Máximo (kg)	54,42	17,74	41,27	20,10	55,68
Mínimo (kg)	43,14	10,12	26,28	12,77	43,39
CV (%)	6,29	12,05	10,11	11,41	6,38

Encontram-se na Tabela 2 as estimativas dos coeficientes das equações de regressão, seus respectivos coeficiente de determinação (R^2), obtidos para as equações de predição do fracionamento dos carboidratos.

Os valores das probabilidades para os testes de significância das hipóteses de nulidade conjuntas ($H_0:\beta_0 = 0$ e $H_0:\beta_1 = 1$) e para a validação das equações de predição do fracionamento dos carboidratos, foram respectivamente, 0,7199; 0,9261 e 0,4096 das frações A + B1, B2 e C.

Tabela 2 - Solução dos efeitos fixos das equações de regressão com base nas variáveis: Fibra em detergente neutro (FDN) e lignina (LIG) e seus respectivos coeficiente de determinação (R^2)

Efeito	Estimativa	Erro-padrão	Pr> t
AB1			
Intercepto	101.21052	0.53708	<0.0001
FDN	-1.06067	0.01119	<0.0001
R^2	0.9913		
C			
Intercepto	-16.51672	0.33434	<0.0001
FDN	0.34406	0.00585	<0.0001
LIG	1.21030	0.00942	<0.0001
R^2	0.9955		

A partir dos valores de P observados, pode-se inferir que todas as equações propostas são precisas, pois nelas o intercepto (β_0) não foi significativamente ($P>0,05$) diferente de zero e a inclinação (β_1) não foi significativamente diferente de 1, isto é, os valores das frações de carboidratos podem ser preditos através das equações com a mesma precisão das determinadas em condições práticas laboratoriais.

Além da dificuldade de encontrar laboratórios capacitados em realizar o fracionamento dos carboidratos, outro fator a se considerar é o custo adicional de R\$ 26,00 por amostra para as análises de determinação das frações A+B1 e C.

Uma comparação mais adequada para avaliação das equações de predição das frações de carboidratos, pode ser observada na partição do quadrado médio do erro de predição (QMEP), os quais nos permitem uma melhor visualização das falhas dos modelos e onde estas estão ocorrendo, possibilitando um direcionamento para futuros ajustes nos mesmo, e indicando-nos quais dos modelos são mais precisos.

Observou-se que a maior diferença em todas as equações encontra-se no modelo de flutuação (MoF), o que representou 98,4; 99,9 e 97,5% para as equações de predição das frações A+B1, B2 e C dos carboidratos. Contudo, considerando coeficientes de determinação de 99% e erros de predição de 0,4; 0,5 e 0,7, respectivamente, para as frações A+B1, B2 e C dos carboidratos, pode-se inferir que não existe falhas nos modelos adotados.

Conclusão

As equações desenvolvidas para predição das frações A+B1, B2 e C dos carboidratos são precisas e podem ser utilizadas com segurança.

Literatura Citada

- AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; CARNEIRO, P.C.S. et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1431-1442, 2003.
- KOBAYASHI, K; SALAM, M, U. Comparing Simulated and Measured Values Using Mean Squared Deviation and its Components. **Agronomy Journal**, v. 92, march–april 2000. p. 345-352. 2000.
- MAYER, D.G., M.A. STUART, AND A.J. SWAIN. Regression of real-world data on model output: An appropriate overall test of validity. **Agricultural Systems**. v.45, p.93–104. 1994.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.7, p.3562-3577, 1992.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências Nutricionais de Zebuínos e Tabelas de Composição de Alimentos – BR-CORTE**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 142p.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.