

Avaliação da Divergência Nutricional de Variedades de Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp.*)¹

José Augusto Gomes Azevêdo², José Carlos Pereira³, Pedro Crescêncio Souza Carneiro⁴, Augusto César de Queiroz³, Márcio Henrique Pereira Barbosa⁵, Alberto Magno Fernandes⁶, Francisco Palma Rennó⁷

RESUMO - O objetivo do trabalho foi avaliar a divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar, utilizando a análise de componentes principais, visando identificar três variedades representativas dessa divergência. As variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) avaliadas neste estudo foram: RB855113, RB765418, RB855536, SP79-2233, RB845257, SP80-180, RB855453, RB855336, SP80-1842, SP81-1763, SP80-4445, SP79-1011, RB739359, RB867515 e SP80-3280, colhidas aos 426, 487 e 549 dias após o plantio. As variáveis discriminatórias utilizadas foram fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose, lignina, fração indegradável da FDN e taxa de degradação da fração potencialmente degradável da FDN. Houve diferenças para todas as variáveis estudadas, exceto para a fração indegradável da FDN. A avaliação da divergência nutricional das variedades de cana-de-açúcar baseou-se nos três primeiros componentes principais, explicando 87,8% da variação total. A FDN e a fração indegradável da FDN foram as variáveis de menor importância para explicar a variabilidade nutricional das variedades. A variedade SP80-1842, colhida aos 426 dias após o plantio, e a variedade SP79-1011, colhida aos 549 dias, foram as que apresentaram maior dispersão dos escores nos três primeiros componentes principais, sendo consideradas as mais dissimilares, enquanto a variedade RB845257, colhida aos 487 dias após o plantio, localizou-se em posição intermediária entre ambas. A análise de componentes principais foi também eficiente em selecionar as variedades com diferentes épocas de colheita.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, componentes principais, divergência nutricional

Evaluation of the Nutritional Divergence of the Sugarcane (*Saccharum spp.*) Varieties

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the nutritional divergence of the sugarcane varieties, using the principal components analysis, to select three representative varieties of that divergence. The sugarcane varieties (*Saccharum spp.*) evaluated in this study were: RB855113, RB765418, RB855536, SP79-2233, RB845257, SP80-180, RB855453, RB855336, SP80-1842, SP81-1763, SP80-4445, SP79-1011, RB739359, RB867515 and SP80-3280, harvested at 426, 487 and 549 days post planting. Neutral detergent fiber (NDF), hemicellulose, lignin, undegradable NDF fraction and degradation rate of the potentially degradable NDF fraction were the evaluated discriminatory variables. Differences were observed for all the studied variables, except for the undegradable NDF fraction. The evaluation of the nutritional divergence of the sugarcane varieties based on the first three principal components, that explained 87.8% of the total variation. The NDF and the undegradable NDF fraction were the variables of smaller importance to explain the nutritional variability of the varieties. The SP80-1842 variety, harvested at 426 days post planting, and SP79-1011 variety, harvested at 549 days, were the ones that showed greater score dispersions for the first three principal components, being considered the most dissimilar, while the RB845257 variety, harvested at 487 days post planting, was located in the intermediary position between both. The principal components analysis was also efficient in selecting varieties with different harvesting times.

Key Words: nutritional divergence, principal components, sugarcane

Introdução

A cana-de-açúcar foi trazida para o Brasil pelos primeiros colonizadores, sendo utilizada como recurso forrageiro na alimentação dos ruminantes (Peixoto, 1986). Os dados do IBGE (2001) sobre o levantamento

sistemático da produção agrícola brasileira estimam, para cana-de-açúcar, área a ser plantada de 4.885.873 ha, uma safra esperada de 339.416.699 t e uma produtividade média de 69,5 t/ha no ano de 2001. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (IBGE, 2001), a qual se destaca, entre as

¹ Parte da Dissertação de Mestrado em Zootecnia, apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa (UFV).

² Professor do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais - Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E.mail: augustog@uesc.br

³ Professor do Departamento de Zootecnia - UFV, Bolsista do CNPq. E.mail: jcarlos@mail.ufv.br

⁴ Professor do Departamento de Biologia Geral - UFV. E.mail: carneiro@mail.ufv.br

⁵ Professor do Departamento Fitotecnia - UFV. E.mail: barbosa@ufv.br

⁶ Zootecnista, DS. Professor da UENF. E.mail: alberto@uenf.br

⁷ Doutorando em Zootecnia, DZO/UFV. E.mail: fprenno@alunos.ufv.br

gramíneas tropicais, como a planta de maior potencial para produção de matéria seca e energia por unidade de área, em um único corte por ano (Boin, 1985).

Aliados a estes fatos, a pequena taxa de risco na sua utilização como forragem, o baixo custo por unidade de matéria seca produzida e a sua maturidade coincidindo com o período de escassez das pastagens são outras vantagens importantes que justificam a utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro (Boin et al., 1983). Todavia, trabalhos de pesquisa mostram que o principal entrave para melhores desempenhos de ruminantes consumindo cana-de-açúcar está relacionado com sua fração fibrosa, pois provoca diminuição no consumo, devido, principalmente, à baixa digestibilidade desta fração (Boin, 1985; Rodrigues, 2000; Pereira et al., 2001).

A qualidade nutritiva de 66 variedades de cana-de-açúcar foi avaliada por Pate & Coleman (1975), citados por Pate et al. (2001), que observaram ampla variação na porcentagem da fibra em detergente neutro (FDN), com extremos de 42,6 e 67,7%, bem como na porcentagem da fibra em detergente ácido (FDA), de 28,3 e 41,5%; lignina, de 4,6 e 8,4%; e 40,0 e 64,1% na base da matéria seca (MS) para a degradabilidade *in vitro* das diferentes variedades avaliadas. Concluíram também que os componentes fibrosos estiveram negativamente correlacionados com a degradabilidade *in vitro*, indicando que o valor nutricional de variedades de cana-de-açúcar é variável, devendo-se dar ênfase ao baixo conteúdo da fração fibrosa, ao se selecionar uma variedade com o propósito de alimentação animal.

Carvalho (1992), analisando os teores de FDN e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em função de cinco épocas diferentes de colheita após o plantio (212, 241, 275, 303, 336 dias), de cinco variedades de cana-de-açúcar, observou aumento do primeiro para o segundo corte no teor da FDN, diminuindo a seguir. A DIVMS sofreu queda do primeiro para o segundo corte, voltando a crescer do segundo para o terceiro e quarto cortes, resultando em correlação negativa ($r = -0,88$) entre a DIVMS e os teores da FDN.

Segundo Abrahão (1991), o valor nutritivo de uma planta forrageira deve ser considerado não como fator isolado, mas como um complexo formado por fatores que interferem na ingestão e utilização da forragem ingerida pelos ruminantes. Entretanto, como as avaliações com animais são dispendiosas, exigindo grandes quantidades de alimentos, animais em produ-

ção e períodos relativamente longos de avaliação, devem ser estudadas outras metodologias que permitam melhor conhecimento das características intrínsecas dos alimentos.

Adaptando o termo divergência genética utilizada nos estudos de melhoramento genético, a qual objetiva, segundo Cruz & Regazzi (1997), identificar as combinações híbridas de maior efeito heterótico e maior heterozigose, para os estudos de nutrição animal, o termo divergência nutricional visa identificar variedades de uma forrageira ou alimentos com características distintas.

Existem várias formas para se avaliar a diversidade nutricional de forrageiras; como exemplo, têm-se comparações da composição químico-bromatológica, avaliações de digestibilidade e até avaliações de desempenho produtivo dos animais submetidos ao consumo destas forrageiras. Porém, poucas metodologias têm a capacidade de prever, com precisão, quais os mais divergentes ou similares dentro de um grupo de espécies ou um grupo de variedades de uma forrageira, baseando-se em diversas variáveis discriminatórias.

Sauvant et al. (1985) utilizaram a técnica de componentes principais para identificar alimentos para bovinos, de acordo com as variáveis da cinética de degradação *in situ* da MS (DISMS), pois a representação das curvas da cinética de degradação de todos os alimentos estava sobreposta. Já Strapasson et al. (2000) utilizaram valores nutricionais, como proteína bruta (PB), FDN e DIVMS em diferentes épocas (anual, inverno e verão), via componentes principais, para caracterizar acessos das espécies *Paspalum guenoarum* e *Paspalum plicatulum*.

Tendo em vista as limitações de consumo da cana-de-açúcar provocado pelas características de sua fração fibrosa e um número relativamente elevado de variedades de cana-de-açúcar, disponibilizado nos últimos anos, com características melhoradas que visam atender aos interesses da agroindústria, torna-se importante conhecer a qualidade de diferentes variedades de cana-de-açúcar, em termos de conteúdo de fibra e de variáveis da cinética de degradação da FDN, para selecionar aquelas variedades mais divergentes e, posteriormente, confrontá-las em estudos sobre características químico-bromatológicas, degradabilidade e testes de desempenho.

O objetivo do trabalho foi avaliar a divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar, utilizando a análise de componentes principais, visando identificar três variedades representativas dessa divergência.

Material e Métodos

No campo experimental da Usina de Jatiboca, área comercial da Cia. Agrícola Pontenovense, foram implantados três experimentos em delineamento de blocos casualizados com cinco repetições, parcelas de cinco sulcos de 10 metros de comprimento cada, espaçamento de 1,10 m entre sulcos, densidade de gemas de 18 gemas por metro linear, topografia de meia encosta, em solo caracterizado como Podzólico Vermelho-Amarelo e feita a aplicação de 400 kg de 06.30.24 de NPK por hectare, com base em análise do solo.

Estes experimentos tinham finalidades distintas, sendo plantados e conduzidos pelo programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa. Cada experimento continha as 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.

O campo experimental localizava no Município de Oratório - MG, com altitude média de 422 m, definido pelas coordenadas geográficas de 20° 40' de latitude sul e 42° 90' de longitude Oeste, tendo clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo Cwa (Coelho & Ribeiro, 1988). Os dados climáticos foram fornecidos pelo boletim meteorológico do Posto do Centro de Pesquisa e Melhoramento da Cana-de-Açúcar (CECA) vinculado ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Ponte Nova, e encontram-se na Tabela 1.

Quanto ao ciclo de produção, foram classificadas em precoce as seguintes variedades: RB765418, RB855453, RB855336, SP80-1842 e SP81-1763, ou seja, atingem um percentual do valor de brix (sólidos solúveis) desejável mais cedo, comparativamente às outras, e em intermediárias as demais: RB855113, RB855536, SP79-2233, RB845257, SP80-180, SP80-4445, SP79-1011, RB739359, RB867515 e SP80-3280.

O plantio foi realizado em março de 1997 e as colheitas para todas as variedades foram realizadas manualmente, de maneira aleatória, aos 426 (17/05/98), 487 (16/07/98) e 549 (15/09/98) dias após o plantio. Em experimento independente aos conduzidos pelo programa de melhoramento da cana de açúcar, foram colhidas dez amostras da planta inteira (colmo mais folhas) por variedade, em cada corte, em cada repetição, sendo desprezadas as duas repetições

dispostas nas extremidades. Estas amostras foram picadas em ensiladora estacionária para obtenção de uma amostra composta de cada repetição em cada corte, contendo aproximadamente três quilos, que foram devidamente empacotadas em sacos plásticos e armazenadas em "freezer" para posteriores análises.

As variáveis avaliadas foram: fibra em detergente neutro (FDN); hemicelulose (Hem), obtida por subtração da FDN da fibra em detergente ácido (FDA); lignina (Lig) utilizando permanganato de potássio, conforme Van Soest et al. (1991); e fração indegradável da FDN (I) e a taxa de degradação da fração potencialmente degradável da FDN (c) – ambas estimadas por intermédio do modelo de crescimento assintótico de primeira ordem, conforme Snedecor & Cochran (1974), citados por Vieira (1995):

$$Y = b' - B * \exp(-c * t)$$

Neste modelo, Y é o resíduo da FDN no tempo t; b', a degradação potencial da fração da FDN; B, a fração insolúvel potencialmente degradável, que será degradável em função do tempo, a uma taxa de degradação c; exp, a base dos logaritmos neperiano; c, a taxa de degradação da fração B por unidade de tempo (h^{-1}); e t, o tempo de incubação.

A fração indegradável da FDN (I) foi obtida pela fórmula: $I = 100 - b'$. Para estimar as variáveis da cinética de degradação da FDN, foram feitas incubações *in situ*, por intermédio da técnica do saco de náilon, proposta por Mehrez & Orskov (1977), em bovino castrado alimentado com dieta contendo 70% de volumoso e 30% de concentrado, utilizando-se os tempos de incubação recomendados por Sampaio (1994): 6, 48 e 96 horas. Para as análises dos dados de cinética de degradação, foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 2000).

Foram realizadas as análises de variância dos dados entre as 15 variedades de cana-de-açúcar colhidas em três épocas diferentes após o plantio, representando 45 tratamentos. O modelo estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com i tratamentos e r repetições, em que são medidas j variáveis, descrito pela função matemática:

$$Y_{ijr} = \mu_j + T_{ij} + \epsilon_{ijr}$$

em que: Y_{ijr} = valor observado da variável j (j = 1, ..., v; v = 5), na repetição r (r = 1, 2, 3) do tratamento i (i = 1, ..., t; t = 45); μ = média geral da variável j; T_i = efeito aleatório do tratamento i na variável j; e ϵ_{ij} = efeito do erro experimental, sendo $\epsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$. Para a análise de diversidade nutricional, utilizou-se

Tabela 1 - Média dos dados climáticos, no período de março de 1997 a setembro de 1998, em Ponte Nova, Minas Gerais
 Table 1 - Means of the climatic data, from of March 1997 to September 1998, in Ponte Nova, Minas Gerais

Ano Year	Mês Month	Ocorrência de chuva (dias) Rain occurrence (days)	Chuva (mm) Rainfall (mm)	Temperatura (°C) Temperature (°C)			Evaporação (mm) Evaporation (mm)	Umidade relativa do ar (%) Relative humidity (%)
				Máxima Maximum	Mínima Minimum	Média Average		
1997	Março March	10	108,7	28,2	18,1	23,2	3,7	69,1
1997	Abril April	3	46,8	28,3	17,0	22,7	3,5	68,2
1997	Maio May	3	20,1	25,7	13,3	19,5	3,1	65,2
1997	Junho June	4	41,6	25,5	10,5	17,4	2,8	65,3
1997	Julho July	0	0,0	26,3	9,5	17,9	3,3	61,3
1997	Agosto August	1	6,0	27,3	9,7	18,5	4,2	53,5
1997	Setembro September	6	74,1	27,4	16,6	22,0	4,3	63,0
1997	Outubro October	10	147,2	28,5	18,6	23,5	4,5	68,0
1997	Novembro November	13	176,2	30,4	20,3	25,4	5,6	69,9
1997	Dezembro December	19	217,1	29,8	20,8	25,3	5,3	72,5
1998	Janeiro January	16	226,8	30,2	21,0	25,6	5,3	71,5
1998	Fevereiro February	10	176,4	30,9	20,7	25,8	4,9	69,6
1998	Março March	4	55,2	31,1	20,4	25,7	4,9	66,3
1998	Abril April	3	32,6	29,0	17,4	23,2	4,3	72,2
1998	Maio May	5	86,9	25,4	13,4	19,4	3,5	72,7
1998	Junho June	1	3,9	24,2	11,2	17,1	3,2	72,7
1998	Julho July	0	0,0	25,5	10,3	17,9	3,8	72,7
1998	Agosto August	5	50,2	27,3	13,7	20,5	4,4	72,7
1998	Setembro September	1	18,6	29,1	15,6	22,3	5,0	57,2

a técnica de componentes principais, com o propósito de identificar variedades representativas da divergência nutricional, mediante observações visuais em dispersões gráficas no espaço bi ou tridimensional.

A análise de componentes principais é um método multivariado, que consiste em transformar o conjunto original de v variáveis $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iv}$, pertencentes a indivíduos ou populações, em um novo conjunto de variáveis $y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iv}$ de dimensão equivalente, chamados de componentes principais (Cruz & Regazzi,

1997; Daher et al. 1997), sendo x_{ij} a média padronizada da j -ésima variável ($j=1, 2, \dots, v; v=5$), avaliada no i -ésimo tratamento ($i=1, 2, \dots, t; t=45$). Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais, estimadas de maneira a explicar o máximo da variabilidade total dessas variáveis originais e independentes entre si.

As seguintes propriedades foram verificadas:

a) Se y_{i1} é um componente principal, então:

$$y_{i1} = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + \dots + a_px_{iv}$$

$\sum a_j^2 = \sum b_j^2 = 1$, $\sum a_j b_j = 0$, ou seja, os componentes são não-correlacionados.

b) Se y_{i2} é outro componente principal, então:

$$y_{i2} = b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_p x_{iv}, \text{ e}$$

c) Entre todos os componentes, o primeiro componente y_{i1} é definido como o de maior importância, uma vez que retém a maior parte da variância total encontrada nos dados originais, y_{i2} , a segunda maior e, assim, sucessivamente

$$[V(y_{i1}) > V(y_{i2}) > \dots > V(y_{iv})].$$

Com base na propriedade c, objetiva-se em estudos sobre divergência nutricional, por meio dos componentes principais, avaliar a possibilidade de se estudar a dispersão das variedades em sistemas de eixos cartesianos, nos quais o aproveitamento da variabilidade disponível seja maximizado. O problema estatístico consiste, fundamentalmente, em estimar os coeficientes de ponderação das variáveis em cada componente e a variância a eles associada.

Morrison (1976), citado por Cruz (1990), demonstrou que a variância associada a cada componente é estimada pelas raízes variáveis, ou autovalores, da matriz R , e os coeficientes de ponderação dos caracteres, pelos elementos dos vetores característicos correspondentes, em que R é a matriz de covariância entre os caracteres com base nos dados padronizados.

As estimativas desses parâmetros são obtidas pela solução do sistema:

$$(R - \lambda_j I) \alpha_j = 0,$$

em que: λ_j = raízes variáveis (ou autovalores) da matriz de correlações entre as variáveis originais (ou de covariâncias entre variáveis padronizadas).

O sistema acima, $(R - \lambda_j I) \alpha_j = 0$, é obtido com base no seguinte princípio: sendo cada componente principal uma combinação linear de todas as variáveis envolvidas no estudo, tem-se que a variância de cada combinação linear é dada por:

$V(y_{i1}) = a'Ra$, em que a é um vetor $1 \times v$ de elementos a_j ($j = 1, 2, \dots, v; v = 5$). Para a combinação linear representada no primeiro componente ($y_{i1} = a_1 x_{i1} + a_2 x_{i2} + \dots + a_p x_{iv} = a'x$). $V(y_{i2}) = b'Rb$, para a combinação linear representada no segundo componente ($y_{i2} = b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_p x_{iv} = b'x$) e, assim, sucessivamente.

Logo, para a obtenção dos coeficientes que maximizem estas variâncias, basta derivar as funções $a'Ra$ e $b'Rb$ e igualar a zero. Com este procedimento, obtém-se o sistema $(R - \lambda_j I) \alpha_j = 0$, em que sua solução é a obtenção dos autovalores e autovetores associados.

Existem v autovalores correspondentes às variâncias de cada um dos v componentes principais. Em virtude de as cinco variáveis em estudo não possuírem as mesmas unidades de medida (escala), além de terem variâncias muito diferentes, os dados antes da análise foram padronizados, resultando em média zero e variância unitária, dividindo-se os valores de cada característica pelos seus respectivos desvios-padrão e centrando-os em torno da média. Assim, a estimação dos componentes principais baseou-se na matriz de correlação R ;

α_j = vetor característico (ou autovetor), que representa o conjunto de transformações ortogonais pelas quais as variáveis originais padronizadas devem ser multiplicadas para produzir as variáveis transformadas;

I = matriz identidade de dimensão $v \times v$ (5×5);

R = matriz de correlações nutricionais entre pares de variáveis originais.

A importância relativa de cada componente (IR_j) é avaliada pela porcentagem da variância total que ele explica, ou seja:

$$IR_j = \frac{V(y_{ij})}{\text{Traço de } R} = \frac{l_j}{\sum \lambda_j}$$

$$V(y_{i1}) + V(y_{i2}) + \dots + V(y_{iv}) = \text{Traço de } R.$$

Em estudos sobre divergência entre um grupo de variedades, é desejável que a variância acumulada nos dois primeiros componentes principais exceda 80%, mas, nos casos em que este limite não seja atingido nos dois primeiros componentes, a análise é complementada com a dispersão gráfica em relação ao terceiro e quarto componentes. Neste caso, a distorção das coordenadas de cada variedade no gráfico de dispersão, cujos eixos são os componentes principais, será considerada aceitável e as inferências no estudo da diversidade, satisfatórias (Cruz & Regazzi, 1997).

Com base no princípio de que a importância relativa dos componentes principais decresce do primeiro para o último, tem-se que os últimos componentes são responsáveis pela explicação de uma fração mínima da variância total disponível. A variável que apresenta maior coeficiente de ponderação (elemento do autovetor) no componente de menor autovalor é considerada de menor importância para explicar a variabilidade genética do material estudado e, portanto, passível de descarte.

Em estudos com caracteres padronizados, nos

quais os autovetores são obtidos a partir da matriz de correlação, tem sido comum descartar o caráter de maior coeficiente (em valor absoluto) a partir do último componente até aquele cujo autovalor não exceda 0,70 (Cruz & Regazzi, 1997).

Assim, a análise de componentes principais é um método de projetar pontos em um espaço multidimensional, dentro de um espaço de menor dimensão, tal que a máxima quantidade de informação seja retida. Sendo o primeiro componente y_{i1} descrito como uma projeção ortogonal dentro de uma dimensão que maximiza a variância dos pontos projetados, removendo essa dimensão e sua variância associada, o segundo componente y_{i2} é a projeção dentro de uma dimensão que maximiza a variância da nova matriz de pontos projetada, e assim por diante (Edwards & Cavalli-sforza, 1965, citados por Pereira, 1999). Desse modo, cada componente (y_{i1} , y_{i2} , ..., y_{iv}) é definido em termos de uma transformação linear dos escores das variáveis originais. Coeficientes de cada equação de transformação formam um conjunto de autovetores, e a variância total explicada por cada equação é chamada de autovalor. Quando se trabalha com matrizes de correlações, a soma dos autovalores será igual ao número das variáveis originais, com cada componente principal explicando uma porcentagem progressivamente menor da variância restante (Pereira, 1999).

Efeturaram-se análises de variância e de componentes principais, com dados padronizados, por meio do uso do programa computacional GENES (Cruz, 1997).

Resultados e Discussão

Análise de variância

A composição bromatológica das 15 variedades de cana-de-açúcar, colhidas aos 426, 487 e 549 dias após o plantio, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 2, 3 e 4.

Os resultados médios das estimativas das variáveis obtidas na cinética de degradação *in situ* para fibra em detergente neutro (FDN), nas diferentes épocas de colheita após o plantio, estão apresentados na Tabela 5.

Os resultados da análise de variância, para as variáveis avaliadas nos 45 tratamentos (15 variedades e três épocas diferentes de colheitas após o plantio), estão apresentados na Tabela 6.

Podem ser verificadas, pelo teste F, diferenças ($P < 0,01$) para tratamento, em todas as variáveis

avaliadas, exceto para fração indegradável da fibra em detergente neutro (I). Esta condição mostra-se bastante favorável ao estudo sobre a divergência nutricional, em virtude da existência de variabilidade entre as variedades de cana-de-açúcar, proporcionando maior facilidade de discriminação entre as variedades em estudo. A variável I não foi descartada para análise de divergência nutricional, por ser considerada de grande importância no aspecto nutricional, pois está correlacionada com o maior tempo de retenção ruminal, que provocará efeito de repleção ruminal (enchimento) (Mertens, 1987) e, provavelmente, levará à limitação da ingestão potencial da cana-de-açúcar (Rodrigues, 1999).

O coeficiente de variação (CV) das variáveis foi coerente com o tipo de experimentação, mostrando boa precisão dos dados, com exceção para variável c (taxa de degradação da fração potencialmente degradável), que apresentou CV de 27%, porém este resultado foi inferior ao encontrado por Aroeira et al. (1993), avaliando a degradabilidade *in situ* da FDN da cana-de-açúcar (CV = 46,3%). Esta maior variação pode ser consequência da perda de partículas de alimentos pelos poros das bolsas de náilon, onde foram incubadas as amostras, e também dos tempos utilizados de incubação da amostra, resultando em menor precisão.

Com os dados compilados de teses publicadas em diversas universidades brasileiras (Valadares Filho et al., 2002), é possível observar que a variação média existente da composição da fração fibrosa e também das variáveis da cinética de degradação da FDN foi bem próxima à encontrada neste estudo, mostrando que as variedades avaliadas são amostras representativas das variedades de cana-de-açúcar utilizadas no país. Esses autores observaram valores médios na base da MS para FDN de $55,9 \pm 8,2\%$ em 39 observações; lignina de $10,0 \pm 2,8\%$ em 52 observações; hemicelulose de $20,5 \pm 4,9\%$ em 14 observações; estimativa da fração indegradável da FDN de $45,1 \pm 12,7\%$ em seis observações; estimativa da taxa de degradação da FDN de $2,4 \pm 0,6 \text{ h}^{-1}$ em quatro observações.

Divergência nutricional

A avaliação da divergência nutricional das 15 variedades de cana-de-açúcar, em estudo, baseou-se nos três primeiros componentes principais, uma vez que a variância acumulada nos dois primeiros componentes explicou apenas 69,8% da variância total (Tabela 7), inferior ao limite de 80% sugerido por

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig) das variedades de cana-de-açúcar colhidas aos 426 dias após o plantio
 Table 2 - Average contents of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (Hem) and lignin (Lig) of the sugarcane varieties harvested at 426 days post planting

Variedade <i>Variety</i>	Tratamento <i>Treatment</i>	MS (%) <i>DM(%)</i>	FDN (%MS) <i>NDF (%DM)</i>	FDA (%MS) <i>ADF (%DM)</i>	Hem (%MS) <i>Hem (%DM)</i>	Lig (%FDN) <i>Lig (%NDF)</i>
RB855113	1	28,7	49,2	27,0	22,2	12,1
RB765418	2	28,4	51,1	27,9	23,2	13,1
RB855536	3	25,7	44,7	24,3	20,4	14,2
SP79-2233	4	25,8	45,8	25,2	20,6	13,4
RB845257	5	26,8	50,5	27,4	23,1	12,9
SP80-180	6	27,6	48,5	27,6	20,9	13,9
RB855453	7	26,7	51,8	28,0	23,9	13,4
RB855336	8	27,6	50,5	29,4	21,0	14,0
SP80-1842	9	27,4	43,8	25,2	18,6	17,1
SP81-1763	10	25,9	45,4	25,5	19,8	13,5
SP80-4445	11	23,1	43,5	26,4	17,1	14,5
SP79-1011	12	27,1	44,2	24,9	19,3	14,8
RB739359	13	23,6	44,7	25,7	19,1	15,6
RB867515	14	27,1	50,1	28,4	21,7	15,5
SP80-3280	15	23,5	53,8	29,7	24,2	13,7
	Média <i>Mean</i>	26,3	47,8	26,8	21,0	14,1

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig) das variedades de cana-de-açúcar colhidas aos 487 dias após o plantio
 Table 3 - Average contents of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (Hem) and lignin (Lig) of the sugarcane varieties harvested at 487 days post planting

Variedade <i>Variety</i>	Tratamento <i>Treatment</i>	MS (%) <i>DM(%)</i>	FDN (%MS) <i>NDF (%DM)</i>	FDA (%MS) <i>ADF (%DM)</i>	Hem (%MS) <i>Hem (%DM)</i>	Lig (%FDN) <i>Lig (%NDF)</i>
RB855113	16	30,0	49,9	30,1	19,8	11,5
RB765418	17	29,5	47,7	30,0	17,7	12,1
RB855536	18	27,3	51,5	26,2	25,4	14,1
SP79-2233	19	27,9	46,2	27,2	19,1	13,5
RB845257	20	30,2	47,6	27,8	19,8	14,7
SP80-180	21	29,3	49,2	28,8	20,4	13,6
RB855453	22	30,6	52,6	30,3	22,4	12,0
RB855336	23	30,4	49,5	31,0	18,4	12,2
SP80-1842	24	29,9	47,5	28,9	18,6	13,2
SP81-1763	25	30,2	48,2	28,3	19,9	14,8
SP80-4445	26	28,0	48,2	27,2	21,0	11,2
SP79-1011	27	30,1	49,9	28,5	21,4	12,0
RB739359	28	29,5	46,0	27,8	18,2	14,1
RB867515	29	30,6	47,8	30,7	17,1	12,6
SP80-3280	30	30,8	49,7	31,1	18,7	12,9
	Média <i>Mean</i>	29,6	48,8	28,9	19,9	13,0

Cruz & Regazzi (1997) para viabilidade do uso dessa técnica com apenas os dois primeiros componentes principais. Os três primeiros componentes principais explicaram 87,8% da variação total, com 38,1% para o primeiro, 31,8% para o segundo e 17,9% para o terceiro.

Com base no princípio de que a importância relativa dos componentes principais decresce do primeiro para o último, tem-se que os últimos componen-

tes são responsáveis pela explicação de uma fração mínima da variância total disponível (Cruz & Regazzi, 1997). É possível verificar na Tabela 7 que a fibra em detergente neutro (FDN) (0,6825) e a fração indegradável da FDN (I) (0,6579) são as variáveis que apresentaram maior coeficiente de ponderação (elemento do autovetor), em valor absoluto, no componente de menor autovalor (menor proporção de

Tabela 4 - Teores médios de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig) das variedades de cana-de-açúcar colhidas aos 549 dias após o plantio
 Table 4 - Average contents of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (Hem) and lignin (Lig) of the sugarcane varieties harvested at 549 days post planting

Variedade <i>Variety</i>	Tratamento <i>Treatment</i>	MS (%) <i>DM(%)</i>	FDN (%MS) <i>NDF (%DM)</i>	FDA (%MS) <i>ADF (%DM)</i>	Hem (%MS) <i>Hem (%DM)</i>	Lig (%FDN) <i>Lig (%NDF)</i>
RB855113	31	29,8	50,1	27,4	22,8	12,1
RB765418	32	29,4	51,2	31,6	19,6	12,6
RB855536	33	28,0	45,6	27,6	18,0	12,1
SP79-2233	34	29,5	45,1	26,8	18,2	13,7
RB845257	35	27,5	48,4	27,2	21,2	12,1
SP80-180	36	28,5	48,7	29,2	19,5	12,9
RB855453	37	28,1	49,3	29,5	19,7	13,2
RB855336	38	30,2	48,4	24,3	24,0	13,2
SP80-1842	39	30,7	48,6	29,9	18,7	14,4
SP81-1763	40	26,9	45,8	27,1	18,7	13,3
SP80-4445	41	29,7	43,9	25,4	18,5	12,1
SP79-1011	42	30,2	47,6	27,2	20,4	12,2
RB739359	43	29,4	43,8	26,6	17,1	13,4
RB867515	44	29,3	45,9	28,4	17,5	13,3
SP80-3280	45	27,9	45,9	30,2	15,7	13,8
	Média <i>Mean</i>	29,0	47,2	27,9	19,3	13,0

Tabela 5 - Média das estimativas para as variáveis da cinética de degradação *in situ* da fibra em detergente neutro (FDN) de variedades de cana-de-açúcar colhidas em diferentes dias após o plantio

Table 5 - Mean estimates of the neutral detergent fiber (NDF) *in situ* degradation kinetics variables of the sugarcane varieties harvested in different days post planting

Variedade <i>Variety</i>	Dias de colheita após o plantio <i>Days of harvested post planting</i>											
	426				487				549			
	b' (%)	B (%)	c (h ⁻¹)	I (%)	b' (%)	B (%)	C (h ⁻¹)	I (%)	b' (%)	B (%)	c (h ⁻¹)	I (%)
RB855113	47,6	45,7	2,7	52,4	40,9	44,4	2,4	59,2	38,5	40,4	3,9	61,5
RB765418	44,0	43,6	2,7	56,0	43,1	50,1	4,2	56,9	38,6	39,4	3,3	61,4
RB855536	45,4	46,1	2,6	54,6	40,0	43,2	2,3	60,0	35,5	37,1	3,9	64,6
SP79-2233	46,7	43,0	2,1	53,3	44,2	47,6	2,2	55,8	39,8	41,4	3,0	60,2
RB845257	41,9	45,3	3,0	58,1	38,1	39,3	2,5	61,9	36,5	35,6	2,6	63,6
SP80-180	44,1	42,7	2,7	55,9	39,8	40,2	2,3	60,2	38,2	38,6	3,3	61,8
RB855453	44,1	44,9	2,6	55,9	39,9	42,0	2,4	60,2	35,3	34,9	3,9	64,7
RB855336	41,1	44,2	3,9	58,9	44,6	47,2	2,1	55,4	37,9	36,2	2,7	62,1
SP80-1842	38,3	40,5	4,2	61,7	42,9	45,4	2,9	57,1	36,2	39,4	3,7	63,9
SP81-1763	39,7	44,7	4,2	60,3	40,5	37,2	2,1	59,5	44,4	42,1	2,0	55,6
SP80-4445	41,1	44,1	3,3	58,9	37,2	41,9	3,3	62,8	35,6	39,7	4,9	64,4
SP79-1011	41,7	43,7	3,4	58,3	42,5	46,2	2,8	57,6	48,2	44,2	1,2	51,8
RB739359	38,5	33,9	3,3	61,5	40,7	46,7	3,1	59,3	40,3	39,7	2,2	59,7
RB867515	41,2	40,2	2,5	58,9	46,0	50,7	2,0	54,0	44,0	46,2	2,9	56,0
SP80-3280	42,0	41,7	3,7	58,0	41,9	44,7	2,4	58,1	44,7	41,5	1,9	55,3
Média (<i>Mean</i>)	42,5	43,0	3,1	57,5	41,5	44,5	2,6	58,5	39,6	39,8	3,0	60,4

Degradação potencial da fração da FDN (b'), fração insolúvel potencialmente degradável (B); taxa de degradação da fração B (c) e fração indegradável da FDN (I) (*Potentially degradable NDF fraction [b']*, *insoluble potentially degradable fraction [B]*; *degradation rate of the B fraction [c]* and *undegradable NDF fraction [I]*).

variação explicada), sendo, assim, consideradas de menor importância para explicar a variabilidade nutricional das variedades de cana-de-açúcar relacionadas à fração fibrosa.

As variáveis passíveis de descarte em um estudo de divergência são aquelas invariantes entre as variedades estudadas e, ou, redundantes, por estarem correlacionadas com outras variáveis (Cruz &

Tabela 6 - Resumo da análise de variância das variáveis fração indegradável da fibra em detergente neutro (I), taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig), obtidas nos tratamentos

Table 6 - Summary of the analysis of variance of the variables undegradable neutral detergent fiber fraction (I), degradation rate of the potential degradable fraction (c), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (Hem) and lignin (Lig), obtained in the treatments

Fonte de variação <i>Source of variation</i>	I (%)	c (h ⁻¹)	FDN (%MS) <i>NDF (%DM)</i>	Hem (%MS) <i>Hem (%DM)</i>	Lig (%FDN) <i>Lig (%NDF)</i>
QMTratamento <i>MSTreatment</i>	32,8613	0,0002**	20,2182**	14,1634**	4,1728**
CV (%)	9,42	27,02	3,00	10,60	10,71
Média geral <i>Overall mean</i>	58,82	2,86	47,94	20,05	13,34

** P<0,01 pelo teste F (*P<.01 by F test*).

Tabela 7 - Componentes principais da análise de variáveis relacionadas com a digestibilidade da cana-de-açúcar [fração indegradável da fibra em detergente neutro (I), taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig)]

Table 7 - Principal components from the analysis of variables related to the sugarcane digestibility (undegradable neutral detergent fiber fraction (I), degradation rate of the potentially degradable fraction (c), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (Hem) and lignin (Lig))

Componente Principal <i>Principal component</i>	Variância (autovalor) <i>Variance (eigenvalue)</i>	Explicação da variância total (%) <i>Percentage of total variance (%)</i>	Variância acumulada (%) <i>Accumulated variance (%)</i>	Coeficientes de ponderação das variáveis <i>Weighing coefficients of the variables</i>				
				I	c	FDN (NDF)	Hem	Lig
Y1	1,9041	38,1	38,1	-0,3141	-0,3743	0,6038	0,5090	-0,3708
Y2	1,5879	31,8	69,9	0,6196	0,5902	0,3225	0,4022	-0,0434
Y3	0,8967	17,9	87,8	-0,1837	-0,0573	0,0839	0,3961	0,8939
Y4	0,3695	7,4	95,2	-0,6579	0,6512	-0,2419	0,2331	-0,1740
Y5	0,2418	4,8	100,0	0,2255	-0,2902	-0,6825	0,6065	-0,1770

Regazzi, 1997). A possibilidade de descarte das variáveis que contribuem pouco para a discriminação do material avaliado é importante, pois permite a redução da mão-de-obra, do tempo e do custo despendido na experimentação (Cruz, 1990; Cruz & Regazzi, 1997). Embora a técnica de componentes principais indique que a variável FDN seja a de menor importância na avaliação da divergência nutricional, esta variável não foi descartada, pois foi necessária para obtenção das variáveis hemicelulose (Hem), fração indegradável da FDN (I) e taxa de degradação da fração potencialmente degradável da FDN (c), o que não justificaria sua eliminação. Além disso, a variável FDN apresenta coeficiente de correlação de -0,0361; -0,1428; 0,7001; e -0,3365 com as variáveis I, c, Hem e Lig, respectivamente, apresentando,

portanto, alta correlação apenas com a variável Hem.

A dispersão dos escores referentes à posição de cada tratamento (15 variedades de cana-de-açúcar, colhidas em três épocas diferentes), em eixos cartesianos, é apresentada na Figura 1.

O aplicativo do programa GENES, referente à análise de divergência genética, permite ao usuário movimentar o gráfico de dispersão em qualquer sentido dos três eixos, possibilitando melhor ângulo de observação da discriminação do material avaliado em relação aos três eixos. Na Figura 1, é apresentada a dispersão dos tratamentos em um ângulo de observação que melhor as discriminam.

Pode-se observar que os tratamentos 9 e 42, representados, respectivamente, pela variedade SP80-1842, colhida aos 426 dias após o plantio, e pela

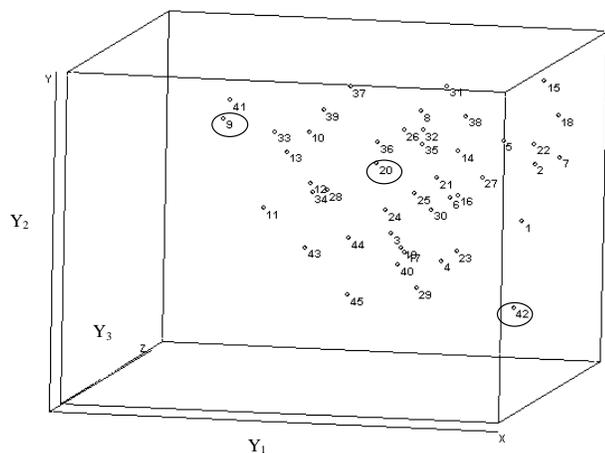


Figura 1 - Dispersão dos tratamentos em relação aos seus escores, nos três primeiros componentes principais.

Figure 1 - Dispersion of the treatments in relation to their scores in the first three principal components.

variedade SP79-1011, colhida aos 549 dias, foram os que apresentaram maior dispersão dos escores, nos três primeiros componentes principais, tendo sido considerados os mais dissimilares. O tratamento 20 (representado pela variedade RB845257, colhida aos 487 dias após o plantio) foi considerado de divergência intermediária em relação aos tratamentos 9 e 42, pois, ao movimentar os eixos em qualquer direção, mantinha sempre a mesma posição. Portanto, entre os 45 tratamentos estudados, o 9, 20 e 42 são os mais representativos da diversidade nutricional, podendo ser alvo de avaliações mais específicas de degradação ruminal, bem como de comparações de desempenho animal.

Convém ressaltar que a escolha dos tratamentos 9, 20 e 42 foi confirmada pela dissimilaridade destes tratamentos, baseada na distância euclidiana média, em que os tratamentos 9 e 42 foram os que apresentaram a máxima distância e o tratamento 20, distância relativa intermediária aos tratamentos 9 e 42.

Constam na Tabela 8 os valores médios, relativos às variáveis I, c, FDN, Hem e Lig, para os tratamentos 9, 20 e 42, representando as variedades SP80-1842, RB845257 e SP79-1011, colhidas aos 426, 487 e 549 dias após o plantio, respectivamente.

Apesar de os valores para os 45 tratamentos variarem entre 64,7 e 51,8%; 4,8 e 1,2 h-1; 53,8 e 43,5%; 25,4 e 15,7% e 17,1 e 11,1% para as variáveis estimadas pelo modelo fração indegradável da FDN (I), taxa de degradação da fração potencialmente degradável da FDN (c) e as frações fibrosas da cana-de-açúcar: fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (Hem) e lignina (Lig), respectivamente (Tabelas 2, 3, 4 e 5), não existiu uma seleção para os pontos mais extremos em todas as variáveis. Entretanto, distingue-se claramente, em relação às demais, que a variedade SP79-1011 é considerada a melhor, por apresentar menor fração indegradável da FDN (I) (51,8%) e menor porcentagem de lignina na FDN, porém mais informações sobre sua produção e seus constituintes químico-bromatológicos deveriam ser avaliadas para comprovar sua superioridade entre as demais.

A fração indegradável da FDN é muito importante, considerando-se que a capacidade de ingestão da fração da FDN pelo animal é limitada. Assim, uma variedade que apresenta teor elevado da variável I limitará, em determinado grau, a ingestão e, conseqüentemente, o consumo de energia será insuficiente para atender os requerimentos nutricionais do animal, afetando seu desempenho (Rodrigues, 2000).

Outro fator a ser considerado é, também, o menor teor de lignina (%FDN) da variedade SP79-1011 entre as três variedades selecionadas, sendo 28,6% menor que a variedade SP80-1842, porém a variedade SP79-1011 apresentou menor valor da taxa de degradação da fração potencialmente degradável da FDN - c (1,2 h-1), comparativamente às variedades SP80-1842 (4,2 h-1) e RB845257 (2,5 h-1).

Rodrigues et al. (1992) observaram variações nos coeficientes de digestibilidade da lignina da cana-de-açúcar de 3,5 a 10,6%. A lignina existente em teor elevado na cana-de-açúcar limita a hidratação e restringe, dessa forma, o contato dos sistemas enzimáticos microbianos ruminal com a fibra (Jung & Deetz, 1993). A taxa de degradação da fração potencialmente degradável da fração FDN é responsável pela taxa de partículas do alimento ingerido potencialmente degradável, requerendo mais tempo para ataque microbiano de forma que se possa reduzir o tamanho e aumentar a densidade das partículas da cana-de-açúcar suficiente para permitir a passagem através do orifício retículo-omasal (Abraão, 1991).

Tabela 8 - Variáveis dos tratamentos selecionados com maior grau de divergência nutricional

Table 8 - Variables of the treatments selected with higher degree of nutritional divergence

Variável Variable	Variedade Variety		
	SP80-1842	RB845257	SP79-1011
I (%)	61,7	61,9	51,8
c (h ⁻¹)	4,2	2,5	1,2
FDN (%MS)			
NDF (%DM)	43,8	47,6	47,6
Hem (%MS)			
Hem (%DM)	18,6	19,8	20,4
Lig (%FDN)			
Lig (%NDF)	17,1	14,7	12,2

Fração indegradável da FDN - I (*undegradable NDF fraction - I*), taxa de degradação da fração potencialmente degradável - c (*degradation rate of the potentially degradable fraction - c*).

Conclusões

As variedades de cana-de-açúcar SP80-1842, colhida aos 426 dias após o plantio, e SP79-1011, colhida aos 549 dias após o plantio, foram as mais dissimilares, por apresentarem maior dispersão dos escores, nos três primeiros componentes principais, enquanto a variedade RB845257, colhida aos 487 dias após o plantio, foi intermediária entre ambas.

A análise de componentes principais mostrou-se também eficiente em selecionar as variedades com diferentes épocas de colheita.

A fibra em detergente neutro (FDN) e a fração indegradável da FDN (I) foram as variáveis de menor contribuição para identificação das variedades de maior grau de divergência nutricional.

Literatura Citada

- ABRAHÃO, J.J.S. Valor nutritivo de plantas forrageiras. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGEM, 1991. **Anais...** Cascavel: Organização das Cooperativas do Estado do Paraná, 1991. p.209-225.
- AROEIRA, L.J.M.; FIGUEIRA, D.G.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Degradabilidade "in situ" dos nutrientes da cana-de-açúcar e do farelo de algodão em bovinos alimentados com farelo de algodão e cana-de-açúcar adicionada de três níveis de uréia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.45, n.2, p.221-233, 1993.
- BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; BIONDI, P. et al. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 2. Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983. p.84.

- BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: D'ARCE; R.D.; BOIN, C.; MATTOS, W.R.S. (Eds.) **Utilização de resíduos agro-industriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1985. p.19-52.
- COELHO, M.B.; RIBEIRO, S.N.N. Análise dos dados meteorológicos do Município de Ponte Nova – MG. **Brasil Açucareiro**, v.106, n.4, p.26-36, 1988.
- CARVALHO, G.J. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1992. 75p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1992.
- CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1990. 188p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1990.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 442p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390p.
- DAHER, R.F.; MORAES, C.F.; CRUZ, C.D. et al. Seleção de caracteres morfológicos discriminantes em capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.255-264, 1997.
- IBGE, Levantamento sistemático da produção agrícola – estimativas para 2001. www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm. Consultado em 01/11/2001.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feed in rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.8, n.3, p.654-660, 1977.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64 n.5, p.1548-1558, 1987.
- JUNG, H.G.; DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. et al. (Eds.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: USDA, 1993. p.315-346.
- PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1986. p.17-47.
- PATE, F.M.; ALVAREZ, J.; PHILLIPS, J.D. et al. **Sugarcane as a cattle feed: production and utilization**. Florida: University of Florida/ Cooperative Extension Service, 2001. 25p.
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.563-572, 2001.
- PEREIRA, J.J. **Análise de agrupamento e discriminante no melhoramento genético – aplicação na cultura do arroz (*Oryza sativa L.*)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 191p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- RODRIGUES, A.A. Cana-de-açúcar como recurso forrageiro para a alimentação de bovinos na época da seca. In: SEMANA DO ESTUDANTE – ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS NA SECA, NOS SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO,

- 14., 2000. **Anais...** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. p.1-20.
- RODRIGUES, A.A. Potencial e limitações de dietas à base de cana-de-açúcar e uréia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p.65-75.
- RODRIGUES, A.A.; VIEIRA, P.F.; TORRES, R.A. et al. Efeito da uréia e sulfato de cálcio na digestibilidade de cana-de-açúcar por ruminantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.10, p.1421-1427, 1992.
- SAMPAIO, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1994. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.81-82.
- SAUVANT, D.; BERTRAND, D. GIGER, S. Variations and prevision of the in sacco dry matter digestion of concentrates and by-products. **Animal Feed Science and Technology**, v.13, p.7-23, 1985.
- STRAPASSON, E.; VENCOSKY, R.; BATISTA, L.A.R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum sp.* por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.373-381, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análise estatística e genética**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA Jr., V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297p.
- 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.
- VIEIRA, R.A.M. **Modelos matemáticos para estimativa de parâmetros da cinética de degradação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum., CV. Mineiro) em diferentes idades de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

Recebido em: 25/03/02

Aceito em: 03/06/03