

ESTUDO DE ESPAÇAMENTOS E FRACIONAMENTO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE TRÊS VARIETADES DE CANA-DE-AÇÚCAR¹

José Mauro Valente Paes²

Nelson Marciano²

Césio Humberto de Brito²

Antônio Américo Cardoso²

Hermínia Hemília Prieto Martinez²

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma gramínea tropical semiperene, de metabolismo C₄, que se caracteriza por apresentar altas taxas de fotossíntese líquida e eficiência na utilização de nitrogênio e da energia solar, ou alta produtividade biológica, o que a torna uma das mais eficientes e produtivas de todas as culturas (19), especialmente quando comparada às do tipo C₃. A sua cultura é uma importante atividade econômica no Brasil, constituindo-se numa de suas principais fontes de renda.

De modo geral, aplicações de elevadas doses de nitrogênio ou suas aplicações tardias provocam diminuição na concentração de sacarose (9). Outros experimentos demonstram não haver efeito do nitrogênio sobre o teor de sacarose (20).

1 Parte da tese de mestrado em Fitotecnia, apresentada à Universidade Federal de Viçosa pelo primeiro autor.

Aceito para publicação em 27/06/1996.

2 Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

O nitrogênio é um nutriente que normalmente limita a produção agrícola, fazendo com que a agricultura moderna use grande quantidade de fertilizantes nitrogenados. Este nutriente representa a maior parcela de insumos agrícolas, correspondendo a 75% dos custos dos fertilizantes. Entretanto, a "crise de energia", com conseqüentes aumentos nos preços dos derivados de petróleo, e as crescentes preocupações com o meio ambiente têm conduzido à busca de sistemas de manejo e utilização do nitrogênio mais eficientes. HUMBERT (10) já citava o nitrogênio como o nutriente mais oneroso, cuja aplicação deveria ser otimizada.

Aumentos acelerados no custo de produção da agroindústria canavieira concorrem para a busca de técnicas mais apuradas para o setor, com ênfase especial para as variedades, tendo-se em vista que aumentos nas produções agrícola e industrial são conseguidos por meio de melhoria nas técnicas disponíveis, mas o aperfeiçoamento dessas técnicas é limitado pelo fator econômico, ou seja, a otimização da produção física às vezes não coincide com o ótimo econômico. Por outro lado, a utilização de variedades mais ricas em açúcar é a única opção que não implica nenhum gasto a mais para o produtor. Dessa forma, torna-se cada vez mais esmerado o trabalho em busca de variedades que reúnam boas características de produtividades agrícola e industrial e bom nível de resistência a pragas e doenças.

Conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de fracionamento de doses de nitrogênio em diversos espaçamentos entre sulcos, na produção de colmos e as características tecnológicas de três variedades de cana planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para atender ao objetivo proposto neste trabalho, instalou-se um experimento em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, fase terraço (5), em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, situada no Município de Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram feitos espaçamentos de 1,00; 1,30; 1,60 e 1,90 m; nas subparcelas, colocaram-se as variedades NA56-79, CB45-3 e RB739359, combinadas com as doses de nitrogênio 0, 50 e 100 kg/ha, em esquema fatorial 3 x 3, com três repetições. Cada subparcela constou de cinco sulcos de 10 metros de comprimento, tendo sido considerados para as devidas avaliações apenas os três sulcos centrais, excluindo 1 m de bordadura em cada extremidade.

O nitrogênio, fornecido através do sulfato de amônio, foi parcelado:

metade da dose foi colocada por ocasião do plantio e o restante aos 107 dias em cobertura, pois, segundo SILVA e CASAGRANDE (18), seria interessante que parte do fertilizante fosse colocada por ocasião do plantio e o restante no "fechamento" da cana, o que normalmente ocorre em torno de três a cinco meses. O fósforo e o potássio foram fornecidos através de superfosfato simples (120 kg/ha de P_2O_5) e cloreto de potássio (90 kg/ha de K_2O), seguindo as recomendações técnicas do ENCONTRO DE TÉCNICOS CANAVIEIROS DA ZONA DA MATA MINEIRA (8).

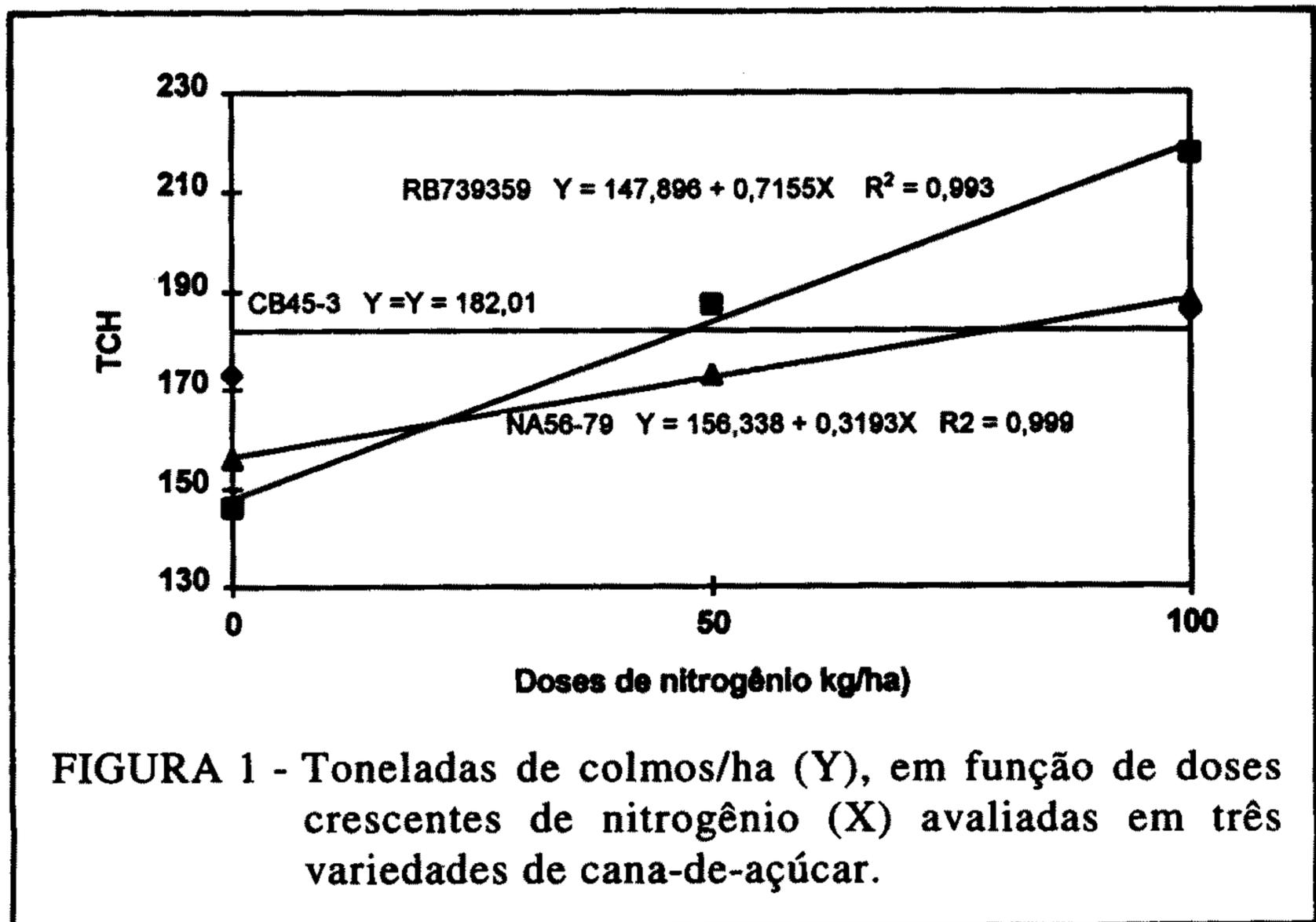
As variedades utilizadas foram colhidas com 12 meses, em viveiro da Usina Jatiboca, situada no Município de Urucânia, Estado de Minas Gerais. Elas foram despalhadas manualmente, selecionadas, distribuídas inteiras no fundo do sulco com cerca de 15 gemas por metro, picadas em toletes de duas ou três gemas e cobertas com uma camada de 6 a 8 cm de solo. Os tratos culturais resumiram-se em quatro capinas manuais com auxílio de enxada, mantendo a cultura totalmente limpa.

Para avaliação das características tecnológicas foram realizadas amostragens de colmos (15 por subparcela), seguindo técnica recomendada pela COPERSUCAR (7), as quais foram encaminhadas ao laboratório industrial da Usina Jatiboca para determinação da porcentagem de fibra na cana (Fibra), de brix no caldo (Brix), de pol no caldo (POL), de pol na cana (PCC) e de pureza no caldo (Pureza), de acordo com as normas do IAA (11). Após a retirada das amostras para as diversas avaliações, foram colhidos manualmente quatro metros do sulco central de cada subparcela, sendo feito o corte basal rente ao solo com eliminação dos palmitos. Em seguida, pesaram-se os colmos em balança de divisão de 200 g e, com esses resultados, determinou-se a produtividade em toneladas de colmos por hectare (TCH).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, conforme BANZATO e KRONKA (2). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, e os efeitos quantitativos ajustados a um modelo matemático de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de doses crescentes de nitrogênio, parceladamente, promoveu aumento linear da TCH nas variedades RB739359 e NA56-79, obtendo maior resposta a variedade RB739359. A variedade CB45-3 não respondeu a essa aplicação (Figura 1). Esses resultados mostram comportamento diferenciado entre as três variedades, comprovando, assim, que existem diferenças varietais quanto à eficiência de utilização de nitrogênio



na produção de colmos. Observou-se, também, que, na ausência desse nutriente, a TCH foi maior para a CB45-3 e menor para a RB739359. Segundo SILVEIRA (19), a resposta da cana-de-açúcar à aplicação de fertilizante nitrogenado deve estar relacionada com a taxa de crescimento, que, por sua vez, depende do material genético e dos fatores ambientais, todos inter-relacionados com características fisiológicas de eficiência do uso de nitrogênio. As bases fisiológicas para as respostas ao nitrogênio aplicado como fertilizante ainda não são totalmente conhecidas.

Resultados citados por ROSSIELLO (16) mostram que as respostas de cana à adubação nitrogenada são relativamente modestas: entre 0 e 160 kg/ha de N, o aumento observado de TCH é da ordem de 25% em 105 experimentos revisados. Isso decorre, primariamente, de um complexo de fatores ligados à dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera. Para URQUIAGA *et al.* (21), inúmeros fatores parecem contribuir para a inconstância das reações da cana à adubação nitrogenada. Porém, sabe-se que esta cultura pode fixar nitrogênio da atmosfera por meio de bactérias não-simbiontes e, assim, suprir parte de suas necessidades (4, 17).

Não ocorreram diferenças significativas entre espaçamentos, entretanto, observa-se no Quadro 1 que as variedades RB739359 e NA56-79 tiveram aumento de TCH com a redução do espaçamento de 1,30 para 1,00 m; porém, a RB739359 obteve maior incremento de TCH com o aumento do espaçamento de 1,30 para 1,60 m. Evidencia-se, assim, que

QUADRO 1 - Toneladas de colmos por hectare (TPH) de três variedades de cana-de-açúcar em quatro espaçamentos entre sulcos. Média de nove repetições

Variedades	Espaçamentos (m)			
	1,00	1,30	1,60	1,90
NA56-79	175,25	170,64	168,08	190,38
CB45-3	174,00	180,83	182,81	175,24
RB739359	191,50	171,79	205,31	166,08

existe um espaçamento adequado para cada variedade, resultando em maior produção, dependendo das condições climáticas e dos tratos culturais. De modo geral, verificou-se que, nos espaçamentos mais reduzidos, a TCH apresentou maiores valores. Esses resultados estão de acordo com PEREIRA JÚNIOR (15), que, embora não tenha constatado diferenças entre produções de colmos nos diversos tratamentos, observou um acréscimo de produção em função da redução do espaçamento. Outros trabalhos demonstraram que a redução do espaçamento acarreta aumento da produção, que ocorre em menor ou maior intensidade, principalmente em cana, excetuando-se os casos de reduções a valores extremos (3, 6, 14).

Houve efeito positivo somente com a aplicação de doses crescentes de nitrogênio parceladamente para a variedade RB739359, com aumento linear de Brix, POL e PCC (Figura 2), porém, para as variedades NA56-79 e CB45-3, não houve efeito positivo, tampouco negativo. Resultados semelhantes foram obtidos por ORLANDO FILHO *et al.* (13) com a variedade CB41-76, entretanto, MARINHO *et al.* (12) demonstraram tendência de o nitrogênio influir negativamente na qualidade do caldo, começando o efeito ser observado, em alguns casos, com doses de N a partir de 50 kg/ha.

Essas características tecnológicas destacaram-se na variedade NA 56-79, na ausência da adubação nitrogenada (Quadro 2), diferindo significativamente da CB45-3 e RB739359, que não diferiram entre si. Entretanto, nas doses de 50 e 100 kg/ha de N, as variedades NA56-79 e RB739359 destacaram-se, diferindo significativamente da CB45-3. Embora não tenha sido detectada qualquer diferença significativa entre a NA56-79 e a RB739359 na dose de 50 kg/ha de N, a NA56-79 apresentou maior valor; enquanto na dose de 100 kg/ha de N foi a RB739359 que se destacou, em razão de seu potencial de resposta à adubação nitrogenada e, além disso, de ser uma variedade de maturação média e rica em sacarose. A superioridade

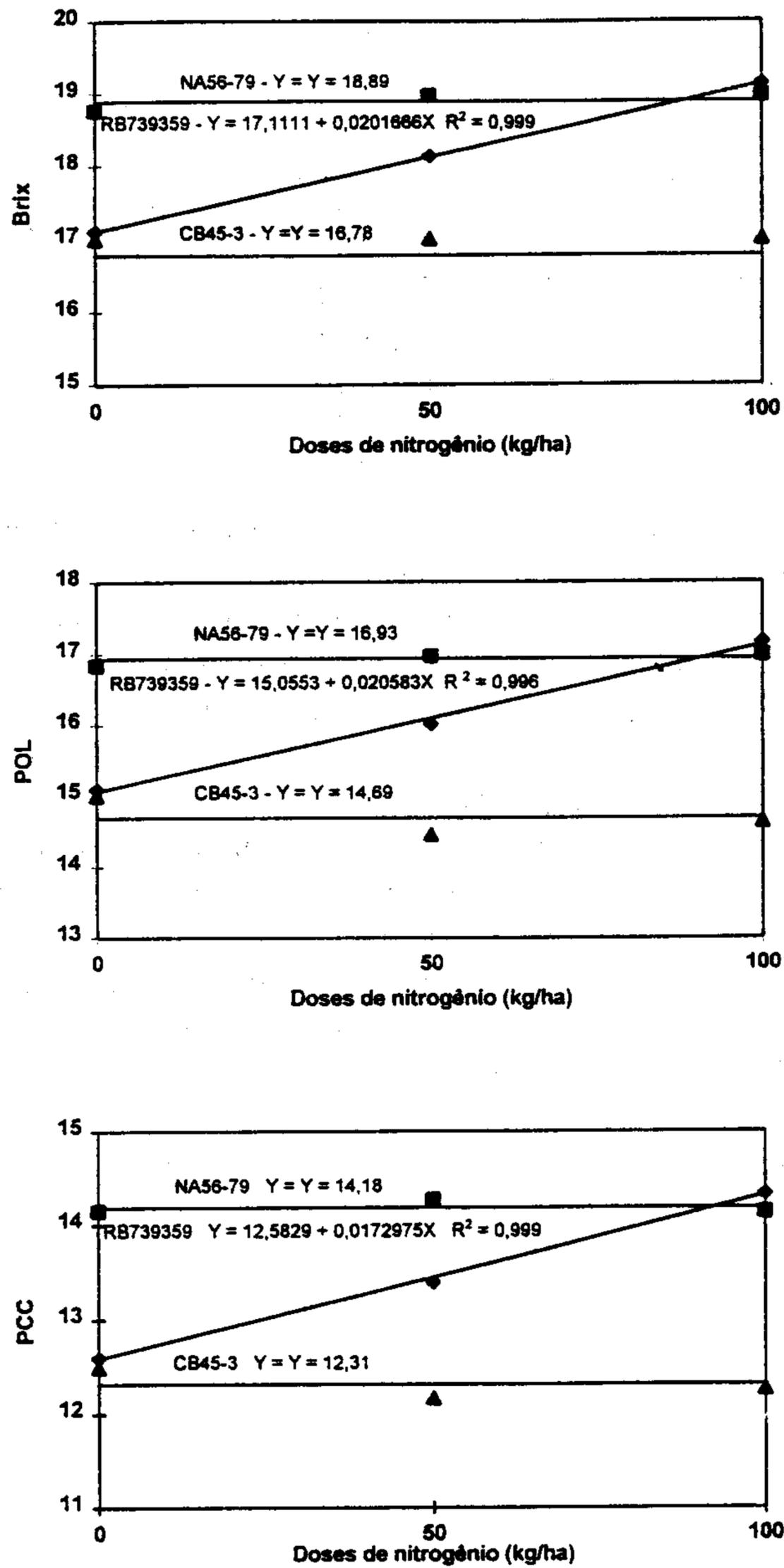


FIGURA 2 - Porcentagem de brix no caldo, de pol no caldo e de pol na cana (Y) em função de doses crescentes de nitrogênio (X) avaliadas em três variedades de cana-de-açúcar.

QUADRO 2 - Porcentagem de brix no caldo, de pol no caldo e de pol na cana de três variedades de cana-de-açúcar em três doses de nitrogênio. Média de 12 repetições

Variedades	Doses de Nitrogênio (kg/ha)		
	0	50	100
Brix			
NA56-79	18,77 a	18,96 a	18,96 a
CB45-3	17,01 b	16,62 b	16,72 b
RB739359	17,11 b	18,13 a	19,13 a
Pol			
NA56-79	16,84 a	16,96 a	16,98 a
CB45-3	15,00 b	14,46 b	14,64 b
RB739359	15,09 b	16,01 a	17,15 a
PCC			
NA56-79	14,14 a	14,26 a	14,13 a
CB45-3	12,49 b	12,17 b	12,26 b
RB739359	12,59 b	13,44 a	14,32 a

Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

dade da NA56-79 na dose de 50 kg/ha de N e, principalmente, na ausência de adubação nitrogenada deve-se ao fato de a colheita ter sido feita na segunda quinzena de abril e de ser esta também uma variedade de maturação precoce e rica em sacarose. Já a CB45-3 ficou em desvantagem, apresentando os menores valores para estas características, em razão de suas próprias qualidades agroindustriais e, também, da ausência de resposta dessa variedade à adubação nitrogenada.

Não houve diferença significativa com relação à fibra em nenhuma das variáveis independentes estudadas, e os valores médios para as variedades encontram-se no Quadro 3. De acordo com BACCHI (1), as variedades diferem consideravelmente quanto ao teor de fibra, variando de 9 a 17%. Para ROSSIELLO (16), a dose de 240 kg/ha de N reduziu o percentual de fibra da cana, isso, provavelmente, em razão do aumento verificado no teor de umidade da cana-de-açúcar.

Também não ocorreu diferença significativa de pureza entre as doses crescentes de nitrogênio, resultado que está de acordo com SILVEIRA

(19), que também não encontrou diferença significativa com o aumento das doses de nitrogênio de 120 e 240 kg/ha. Entretanto, essa característica teve diferença significativa entre as variedades (Quadro 3), e a NA56-79 apresentou maior pureza, em razão de ser uma variedade precoce e rica em sacarose, embora essa diferença não tenha sido significativa em relação à RB739359. A CB45-3 foi a que apresentou menor pureza, diferindo significativamente das outras duas variedades.

QUADRO 3 - Porcentagem de fibra na cana e de pureza do caldo de três variedades de cana-de-açúcar. Média de 36 repetições

Variedades	Fibra	Pureza
NA56-79	11,62	89,64 a
CB45-3	11,64	87,46 b
RB739359	11,75	88,86 a

Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4. RESUMO

Conduziu-se este trabalho em condições de campo, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram colocados os espaçamentos e, nas subparcelas, três variedades combinadas com três doses de nitrogênio, num esquema fatorial 3 x 3, com três repetições. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio parceladamente promoveu aumento linear de toneladas de colmos por hectare (TCH) para as variedades RB739359 e NA56-79, sendo a maior resposta para a variedade RB739359. Nos espaçamentos mais reduzidos, a TCH apresentou maiores valores, embora as diferenças não tenham sido significativas. Houve efeito positivo com a aplicação de doses crescentes de nitrogênio parceladamente somente para a variedade RB739359, com aumento linear da porcentagem de brix no caldo (Brix), de pol no caldo (POL) e de pol na cana (PCC). Não foi verificado qualquer efeito da adubação nitrogenada para a porcentagem de fibra na cana (Fibra) e pureza no caldo (Pureza). Também não ocorreram diferenças significativas por causa de espaçamentos nas características estudadas.

5. SUMMARY

(STUDY OF THE EFFECT OF SPACING AND FRACTIONIZATION OF NITROGEN DOSES ON THE PRODUCTION AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THREE SUGAR CANE VARIETIES)

A trial was carried out under field conditions at the experimental area of Plant Sciences Department of the Universidade Federal de Viçosa. The experiment was arranged in a split-plot randomized block design. Plots consisted of different spacings and the sub-plots corresponded to three sugar cane varieties combined with three doses of nitrogen (3 x 3), with three replications. The applications of increasing nitrogen doses in fractions promoted a linear increase of stalk ton per hectare (TSH) for varieties RB739359 and NA56-79, being higher for the former. TSH was higher at reduced spacings, although no statistical differences were observed. Increasing doses of nitrogen in fractions had a positive effect only on variety RB739359, presenting a linear increase of brix % juice, pol % juice and pol % cane. Nitrogen application had no effect on fiber % cane and purity % juice. Also, there were no statistical differences among spacings for the characteristics studied.

6. LITERATURA CITADA

1. BACCHI, O.O.S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO, J.,(coord.). *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 1983. p. 25-37. (Coleção PLANALSUCAR, 2).
2. BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 247p.
3. BERTO, P.N.A. *Influência do espaçamento e da profundidade do sulco de plantio no desenvolvimento e produção da cana-de-açúcar (Sacharum spp.) em solo de várzea na Zona da Mata mineira*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1986. 62p. (Tese M.S.).
4. BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S.; DOBEREINER, J. & REIS, V.M. Fixação biológica de nitrogênio em cana-de-açúcar. *Álcool Açúç.*, 10(53): 12-19, 1990.
5. CARVALHO, A.D. *Caracterização mineralógica, química e física de duas unidades de paisagem do planalto de Viçosa-MG*. Viçosa, MG, UFV, 1989. 114p. (Tese M.S.).
6. COLETI, J.T.; WALDER, L.A.M. & RODRIGUES, J.C.S. Estudo de espaçamentos em duas variedades de cana-de-açúcar: SP70-1143 e NA56-79. *STAB*, 6 (2): 32-34, 1987.
7. COPERSUCAR. *Amostragem e análise da cana-de-açúcar*. São Paulo, 1980. 37p.
8. ENCONTRO DE TÉCNICOS CANAVIEIROS DA ZONA DA MATA MINEIRA, 7, VIÇOSA, MG, 1988. *Recomendações técnicas...* Viçosa, MG, UFV, IAA-PLANALSUCAR, EMATER-MG, CEE, STAB, 1990. 75p.

9. ESPIRONELO, A.; COSTA, A.A.; LANDELL, M.G.A.; PEREIRA, J.V.C.N.A.; IGUE, T.; CAMARGO, A.P. & RAMOS, M.T.B. Adubação NK em três variedades de cana-de-açúcar em função de dois espaçamentos. *Bragantia*, 6(2): 247-268, 1987.
10. HUMBERT, R.P. The nutrition of sugar cane. In: HUMBERT, R.P. (ed.). *The growing of sugar cane*. Amsterdam, Elsevier, 1968. p. 133-212.
11. INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL - IAA. *Normas de execução do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose e pureza no Estado de Minas Gerais*. Brasília, 1986. 19p.
12. MARINHO, M.L.; CAVALCANTI, C.A. & AMORIN, A.L.C. Influência do nitrogênio, fósforo e potássio no rendimento industrial dos canaviais de Alagoas. *Brasil Açuc.*, 86(6): 19-29, 1975.
13. ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JÚNIOR, E. & SOUZA, J.A.G.C. Adubação nitrogenada em 4 variedades de cana-planta em solo latossolo vermelho escuro-orto. *Brasil Açuc.*, 89(4): 6-14, 1977.
14. PARANHOS, S.B. *Espaçamentos e densidades de plantio em cana-de-açúcar*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1972. 109p.
15. PEREIRA JÚNIOR, A.C.G. *Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1984. 124p. (Tese M.S.).
16. ROSSIELLO, R.O.P. *Bases fisiológicas de acumulação de nitrogênio e potássio em cana-de-açúcar (Saccharum spp. cv. NA56-79) em resposta à adubação nitrogenada em cambissolo*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1987. 172p. (Tese de M.S.).
17. RUSCHEL, A.P. *Fixação biológica do nitrogênio em cana-de-açúcar*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 73p. (Tese de M.S.).
18. SILVA L.C.F. & CASA GRANDE, J.C. Nutrição da cana-de-açúcar (macronutrientes). In: ORLANDO FILHO, J., (coord.). *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 1983. p. 77-99. (Coleção PLANALSUCAR, 2)
19. SILVEIRA, J.A.G. *Interações entre assimilação de nitrogênio e o crescimento da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) cultivada em condições de campo*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. 152p. (Tese de M.S.).
20. SOBRAL, A.F. & LIRA, L.J.A. Adubação nitrogenada em cana-planta no nordeste do Brasil. *STAB*, 1(5): 29-34, 1983.
21. URQUIAGA, S.; BOTTEON, P.T.; LIMA, E.; BODDEY, R.M. & DOBEREINER, J. Fixação biológica de nitrogênio: uma importante fonte de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4: CONVENÇÃO DA ACTALAC, 7, Olinda, 1987. *Anais...* Olinda, STAB, 1987. p. 64-76.