

# **EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO E DE ESPAÇAMENTOS NA PRODUÇÃO E NO PERFILHAMENTO DA CANA-PLANTA<sup>1</sup>**

José Mauro Valente Paes<sup>2</sup>  
Césio Humberto de Brito<sup>2</sup>  
Manuel Inácio Vicente Amane<sup>2</sup>  
Edson Ampélio Pozza<sup>3</sup>  
Antônio Américo Cardoso<sup>2</sup>

## **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil é hoje o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo. Essa cultura ocupa, atualmente, cerca de 4 milhões de hectares e consome aproximadamente 1/5 do total de adubos vendidos no País. Conforme SAMPAIO *et alii* (15), é altamente extrativa em nitrogênio, e a cana-planta, com produtividade de 100 t/ha de colmos, acumula entre 180 e 200 kg de nitrogênio por hectare.

A adubação constitui importante fator para o aumento da produtividade da cana-de-açúcar. Dentre os macronutrientes, destaca-se o nitrogênio, pelas quantidades absorvidas (12). As maiores respostas a esse nutriente têm sido observadas em algumas situações, como eutrofismo de solo, cultivo mínimo e quando se cultiva o solo pela primeira vez com essa cultura. Esse último fato já foi enfatizado por ESPIRONELLO (8), segundo o qual, de sete ensaios conduzidos sob essa condição no Instituto Agrônomo de Campinas, cinco mostraram respostas significativas ao nitrogênio.

---

<sup>1</sup>Aceito para publicação em 24.03.1997.

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>3</sup>Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

A cana-de-açúcar apresenta a característica de perfilhar para estabelecer a sua população. Diversos estudos de deficiência de nitrogênio mostram que, além da redução do diâmetro dos colmos, ocorre redução significativa no perfilhamento e na produção de colmos e de açúcar (10).

Outro fator importante no rendimento da cana-de-açúcar está relacionado com espaçamento, segundo COLETI *et alii* (6). Trabalhos desenvolvidos pelas pesquisas internacional e nacional têm confirmado a excelência dos espaçamentos reduzidos na obtenção de maiores produtividades.

Conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de doses de nitrogênio em diversos espaçamentos entre sulcos na produção de colmos e no perfilhamento de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para atender o objetivo proposto neste trabalho, instalou-se, em 2 de dezembro de 1991, um experimento de campo, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, fase terraço, em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, situada no Município de Viçosa, Estado de Minas Gerais. Na camada de 0-30 cm de profundidade, esse solo apresentou as seguintes características químicas: pH=5,8; P=12,8 mg/dm<sup>3</sup>; K=73 mg/dm<sup>3</sup>; Ca=4,8 cmol/dm<sup>3</sup>; Mg=0,6 cmol/dm<sup>3</sup>; ausência de Al; e texturais: areia=14%; silte=37% e argila=49%, sendo classificado como argiloso.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram colocados os espaçamentos de 1,00; 1,30; 1,60; e 1,90 m e, nas subparcelas, as variedades NA56-79, CB45-3 e RB739359, combinadas com as doses de nitrogênio 0, 50 e 100 g/ha, em esquema fatorial 3x3, com três repetições. Cada subparcela constou de cinco sulcos de 10 m de comprimento, tendo sido considerados para as devidas avaliações apenas os três sulcos centrais, excluindo 1 m de bordadura em cada extremidade. O nitrogênio, tendo como fonte o sulfato de amônio, foi parcelado com metade da dose colocada por ocasião do plantio e o restante aos 107 dias em cobertura, quando ocorreu o fechamento da cana conforme SILVA e CASAGRANDE (16). O fósforo e o potássio foram fornecidos através de superfosfato simples (120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (90 kg/ha de K<sub>2</sub>O), com base nos resultados da análise química do solo, seguindo as recomendações técnicas do ENCONTRO DE TÉCNICOS CANAVIEIROS DA ZONA DA MATA MINEIRA (7).

As variedades utilizadas foram colhidas com 12 meses, em viveiro da Usina Jatiboca, situada no Município de Urucânia, Estado de Minas Gerais. Por ocasião do plantio, as mudas foram selecionadas e 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. O experimento foi mantido livre de plantas daninhas, através de capinas manuais.

A cada 14 dias, a partir da data do plantio, foram feitas 11 contagens do número de colmos por 5 m do sulco central de cada subparcela. Teve-se o cuidado de observar o início do perfilhamento. Também foi feita uma décima-segunda contagem, por ocasião da colheita, aos 486 dias após o plantio (DAP). Esses dados foram transformados para estimar o número de colmos por metro quadrado (NCM).

O experimento foi colhido aos 17 meses de idade (na primeira quinzena de maio de 1993). Os colmos cortados manualmente em 4 m do sulco central de cada subparcela foram pesados em balança de divisão de 200 g e, com esse resultado, determinou-se a produtividade em toneladas de colmos por hectare (TCH).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento do NCM em função de diferentes épocas em cada espaçamento, dose de nitrogênio e variedade é evidenciado nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente. Elas mostram que ocorreram aumentos acentuados do NCM desde o plantio até 56 DAP, período que compreende o início do crescimento das gemas e a conseqüente emissão de colmos primários, e, a partir do plantio, as primeiras emissões de colmos secundários (perfilhamento) foram observadas aos 42 DAP, na variedade NA56-79, e aos 56 DAP, nas variedades CB45-3 e RB739359.

A partir de 42 a 112 DAP, ou seja, durante 70 dias, ocorreu pequena emissão de colmos secundários e terciários; isso talvez seja devido às restrições climáticas nos meses de fevereiro (diminuição das temperaturas máximas e mínimas e redução da precipitação) e março (maior insolação, maior evaporação e menor precipitação, com conseqüente redução da umidade do solo), conforme dados observados no Quadro 1. Em virtude disso, a população de colmos praticamente estabilizou-se nesse período, com exceção da variedade CB45-3 (Figura 3), que teve aumento de população até 154 DAP, em razão de sua grande capacidade de perfilhamento e tolerância às condições adversas.

Entre 112 e 154 DAP, ou seja, durante 42 dias, observou-se novo aumento na população de colmos, com grande emissão de colmos

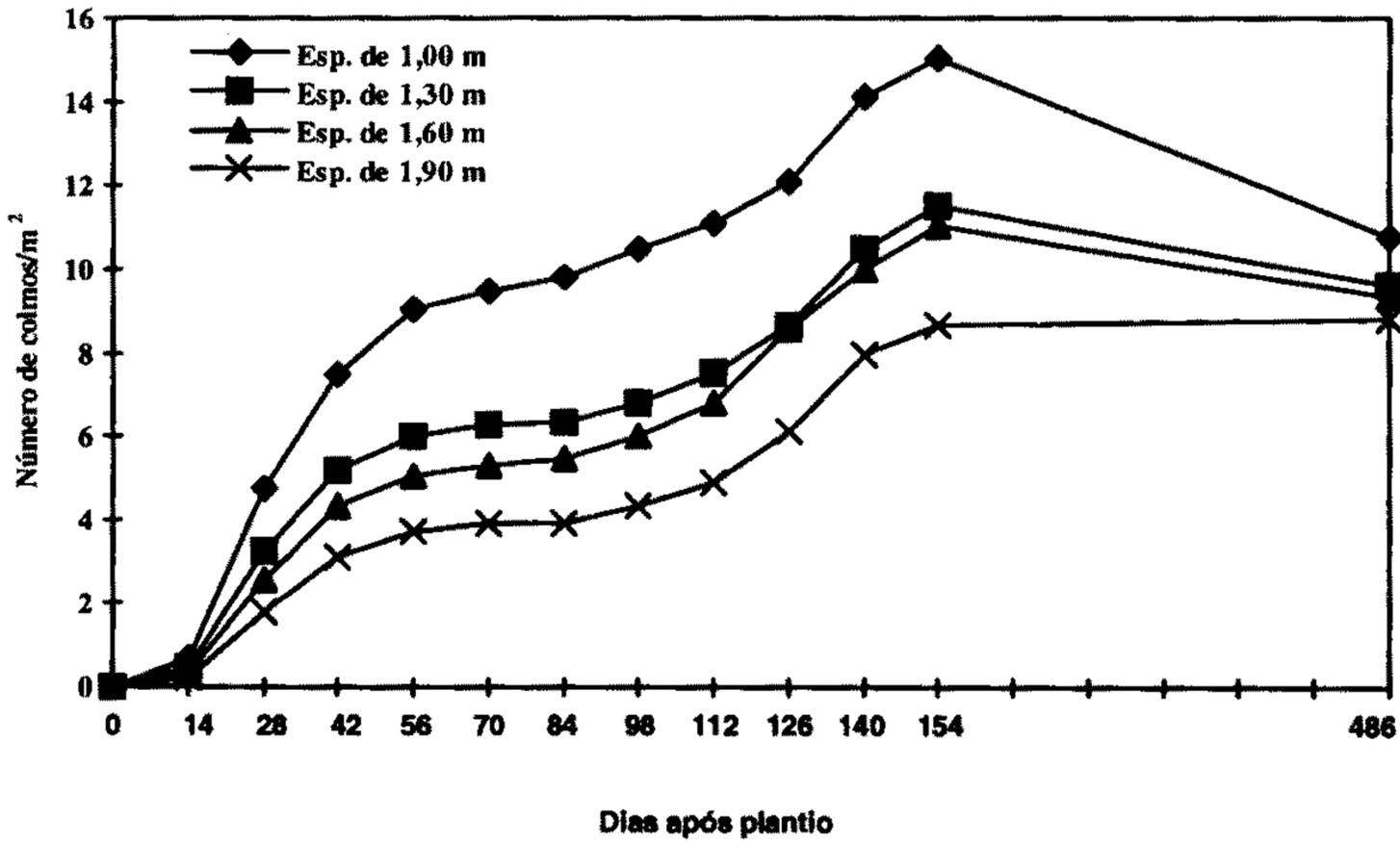


FIGURA 1 - Número de colmos por metro quadrado (NCM), em função de diferentes épocas, avaliados em quatro espaçamentos.

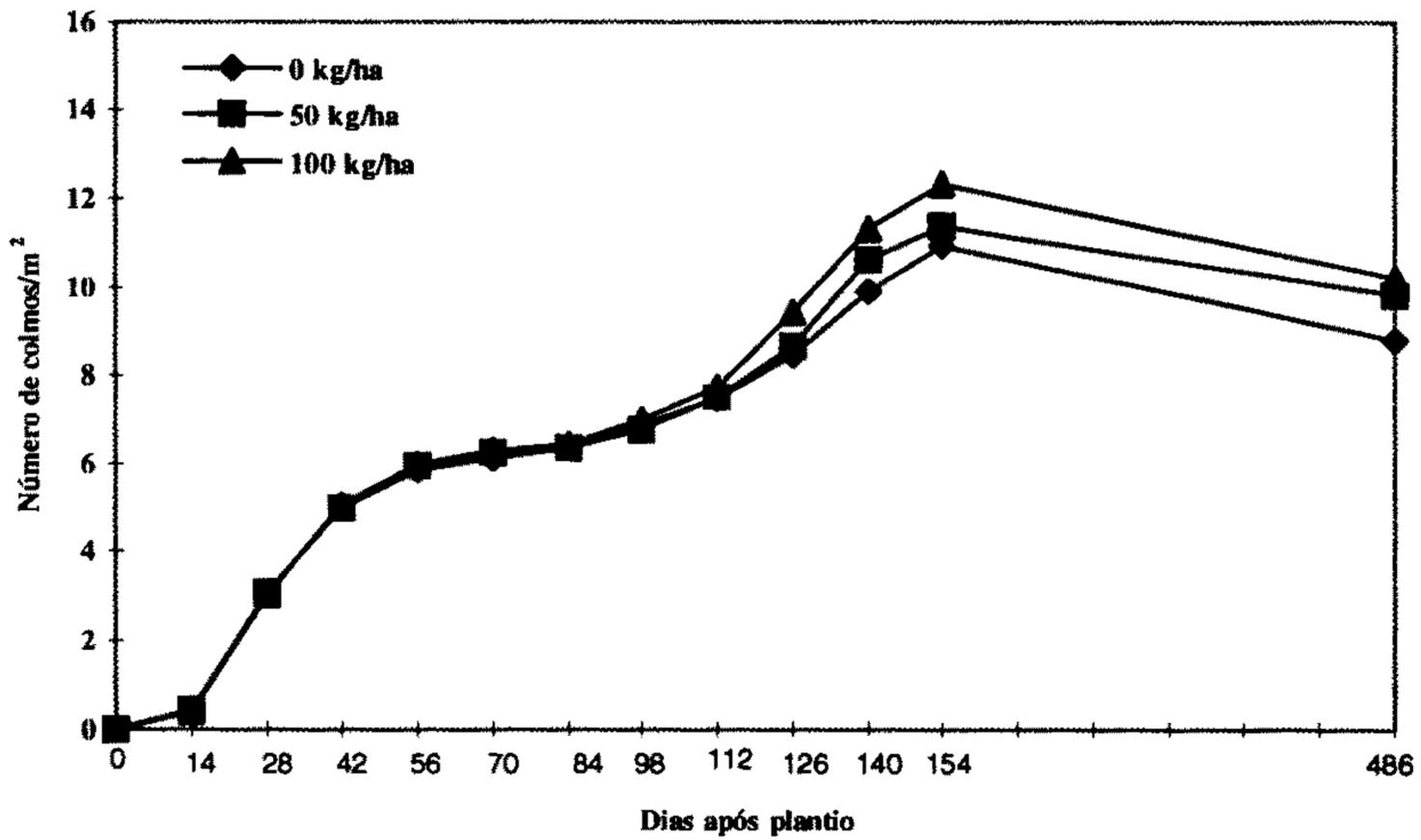


FIGURA 2 - Número de colmos por metro quadrado (NCM), em função de diferentes épocas, avaliados em três doses crescentes de nitrogênio.

QUADRO 1 - Valores médios mensais de temperatura do ar máxima (Tmax), mínima (Tmin) e média compensada (TMC); umidade relativa do ar (UR) e valores mensais de precipitação (PREC), evaporação (EVAP) e insolação (INS)\*

Mês/Ano	Tma (°C)	Tmin (°C)	TMC (°C)	UR (%)	PREC (mm)	EVAP (mm)	INS (h)
Nov./1991	27,2	17,6	21,3	82	223,2	83,7	148,0
Dez./1991	28,9	18,9	22,5	84	231,6	88,3	153,5
Jan./1992	26,9	19,0	21,6	87	299,9	58,6	66,0
Fev./1992	26,0	17,8	21,2	85	159,7	70,6	160,3
Mar./1992	27,5	16,4	21,2	83	33,6	87,7	196,0
Abr./1992	27,0	18,0	21,3	86	138,2	64,6	134,6
Mai/1992	25,8	15,6	22,2	87	64,6	58,8	166,0
Jun./1992	24,1	11,7	16,8	87	3,9	57,6	178,1
Jul./1992	25,7	11,3	16,7	84	5,5	70,5	182,1

\* Dados coletados no posto meteorológico do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

secundários e terciários, devido à ocorrência de chuvas, redução da insolação e evaporação e ao aumento da temperatura mínima em abril de 1992, conforme dados observados no Quadro 1. Posteriormente, entre 154 e 486 DAP, ocorreu morte dos perfilhos, exceto para o espaçamento de 1,90 m (Figura 1) e a variedade NA56-79 (Figura 3), em que se observaram aumentos de população. A redução da população de colmos nos espaçamentos de 1,00 m até 1,60 m (Figura 1), deve-se ao fato de, nos espaçamentos menores, haver maior competição entre os colmos e, segundo PRADO (14), enquanto não há fechamento da cultura, há grande proliferação de colmos secundários e terciários, porém, com o crescimento dos primeiros colmos, observa-se que os perfilhos mais tardios morrem, em razão de sua menor capacidade de competição.

Conforme ilustra a Figura 4, ocorreu redução linear, em razão do aumento do espaçamento em 11 épocas. Esse comportamento explica-se pelo fato de a densidade de plantio ter sido praticamente a mesma para todos os tratamentos. Assim, ao ampliar o espaçamento, aumentou também a área ocupada pela cultura, embora o número de gemas por metro permanecesse constante, resultando em menor NCM nos espaçamentos maiores. Esses resultados estão de acordo com COLETI (5), que observou aumento ou redução no NCM nos espaçamentos mais estreitos ou mais

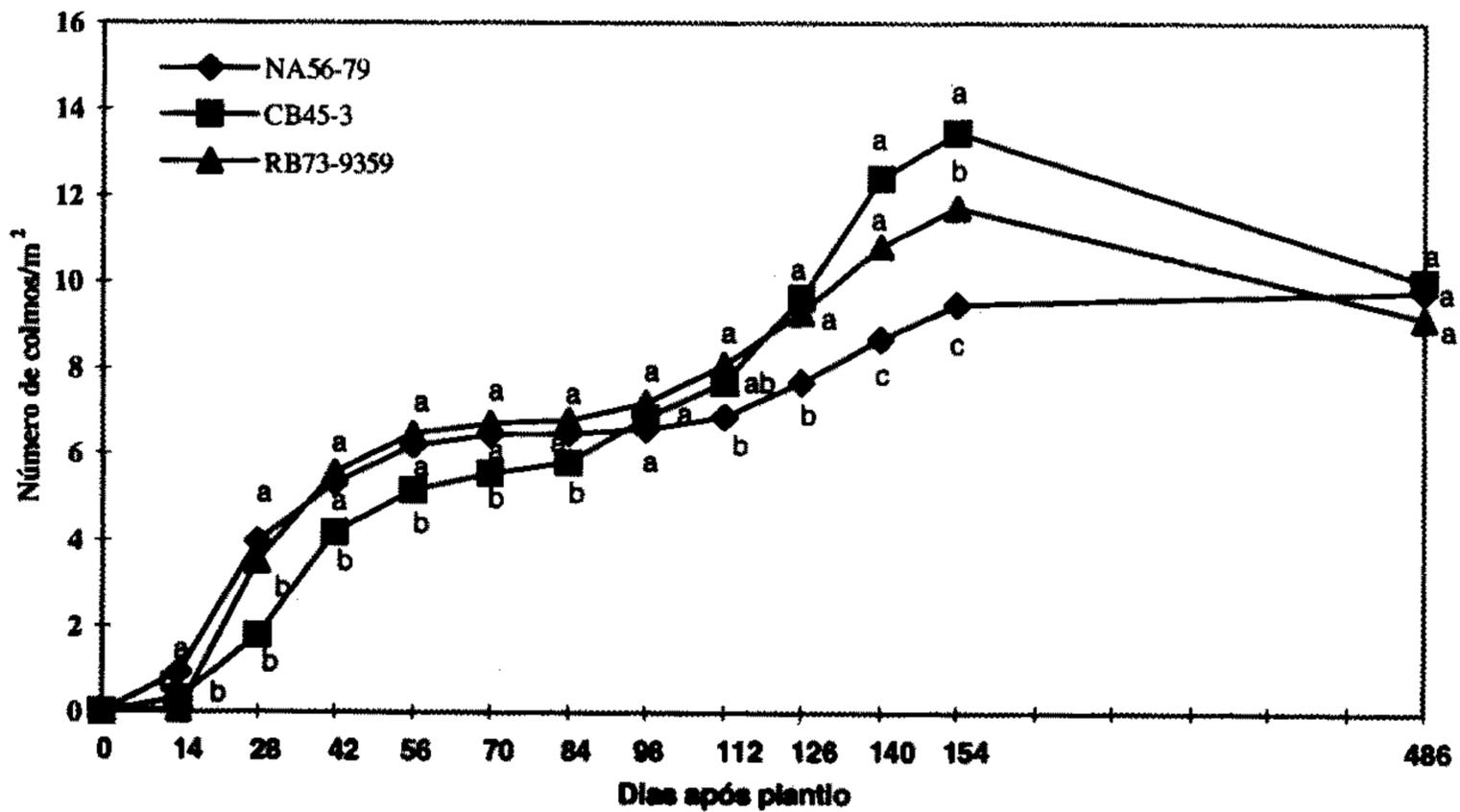
amplos. Entre essas duas posições extremas, para cada variedade e pelas condições de clima (temperatura, água e insolação), existe um espaçamento ótimo, que resulta em maior rendimento agrícola.

Ocorreu aumento linear do NCM, em virtude do aumento das doses crescentes de nitrogênio, aos 126, 140, 154 e 486 DAP. Verificou-se, assim, que somente a partir de 19 dias após a segunda aplicação do fertilizante nitrogenado, ou seja, aos 126 DAP, ocorreram diferenças significativas nessa característica (Figura 5). Esse comportamento pode ser explicado por meio de observações feitas por CATANI et alii (4), que concluíram que a quantidade de nitrogênio absorvido no início do desenvolvimento é muito pequena, aumentando sensivelmente a partir do oitavo ou nono mês de idade. De modo geral, uma das respostas usuais à aplicação de nitrogênio é o aumento na produção de novos perfilhos. Em aplicações tardias essa resposta não se traduz em aumentos definitivos de massa verde por unidade de área cultivada, porque o perfilhamento tardio sofre grande pressão de competição pela população de colmos de maior idade (3, 9).

Apenas aos 98 e 486 DAP não foram observadas diferenças significativas do NCM entre variedades (Figura 3). Aos 98 DAP a variedade CB45-3, cuja "performance" era pior, superou a variedade NA56-79, e aproximou-se da RB739359, e, aos 486 DAP, quando a NA56-79, com continuidade de aumento do NCM, superou a RB 739359 e aproximou-se da CB45-3. Ao mesmo tempo, devido à maior mortalidade dos perfilhos, RB739359 e CB45-3 passaram a apresentar redução em suas populações, e, para CB45-3, essa mortalidade foi pouco maior. O comportamento da população dessas variedades deve-se ao fato de a NA56-79 apresentar baixa capacidade de perfilhamento e, com isso, haver maior capacidade de sobrevivência desses perfilhos, enquanto as variedades CB45-3 e RB739359 têm alta e média capacidade de perfilhamento, respectivamente, aumentando a competição e, em consequência, tendo menor capacidade de sobrevivência.

Observa-se, ainda, na Figura 3, que a variedade NA56-79 apresentou maior capacidade de crescimento de gemas do que a RB739359 e CB45-3, não havendo diferenças significativas entre essas duas até os 14 DAP. Essa superioridade da NA56-79 deve-se ao fato de ela ser variedade precoce. A partir de 42 DAP a RB739359 suplantou a NA56-79, apesar desta ter sido a primeira a perfilhar. Aos 98 DAP a CB45-3 suplantou a NA56-79 e, aos 126 DAP, a RB739359, mostrando, assim, a sua grande capacidade de perfilhamento em relação à RB739359 e NA56-79.

Tem-se ressaltado que o número máximo de perfilhos e o número de colmos que atingem a maturidade são influenciados por variedades, luz,



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

FIGURA 3 - Número de colmos por metro quadrado (NCM), em função de diferentes épocas, avaliados em três variedades de cana-de-açúcar.

temperatura, água, espaçamento entre linhas, doenças, profundidade, densidade e época de plantio (1, 11).

A aplicação de doses crescentes de nitrogênio, parceladamente, promoveu aumento linear da TCH para as variedades RB739359 e NA56-79, sendo a maior resposta para a variedade RB739359, enquanto que a variedade CB45-3 não respondeu a essa aplicação (Figura 6). 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 (17), a resposta da cana-de-açúcar à aplicação de fertilizante nitrogenado deve estar relacionada com a taxa de crescimento, a qual, por sua vez, depende do material genético e dos fatores ambientais, todos inter-relacionados com características fisiológicas, em termos de eficiência do uso de nitrogênio. Ocorre que as bases fisiológicas para as respostas ao nitrogênio aplicado como fertilizante ainda não são totalmente conhecidas.

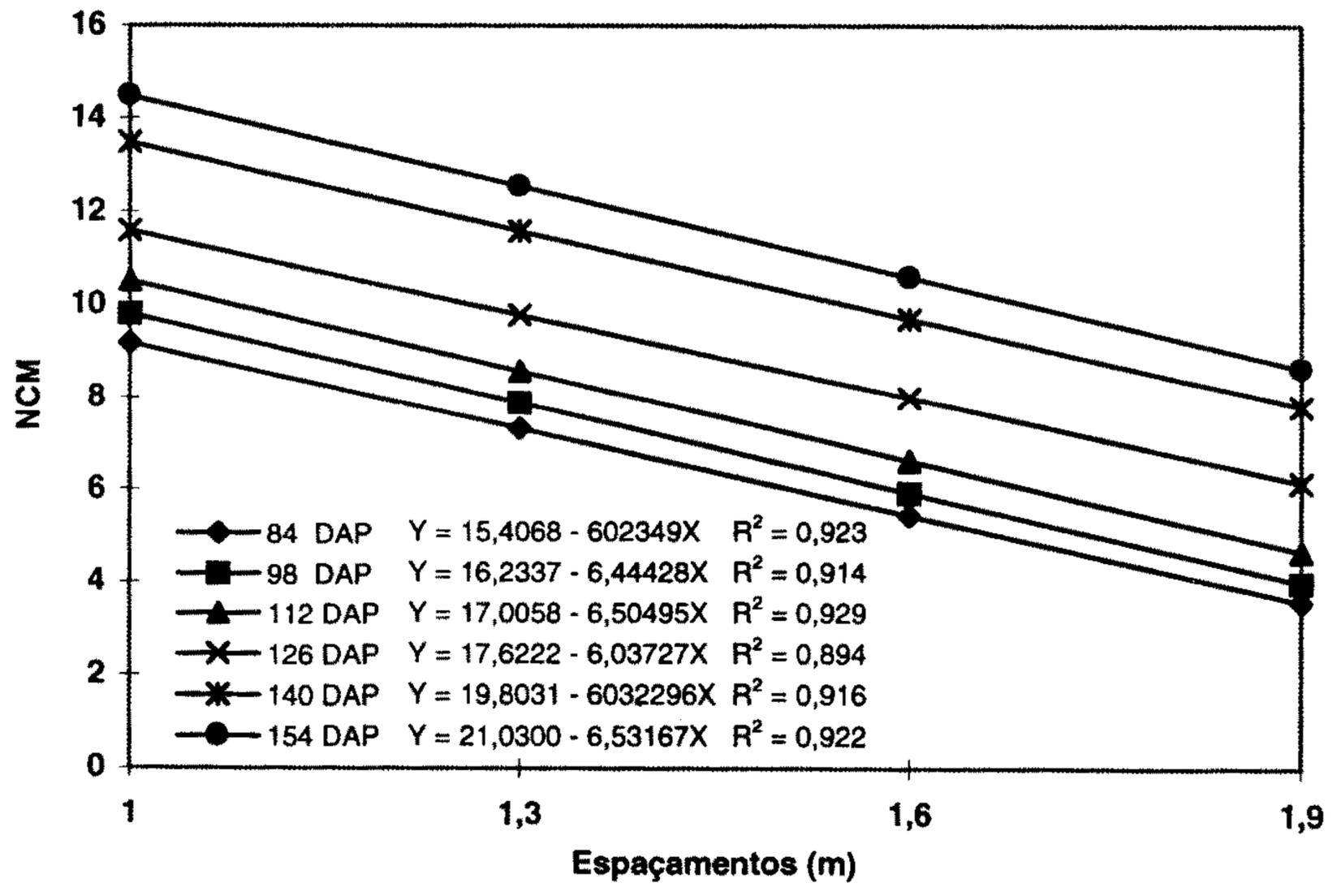
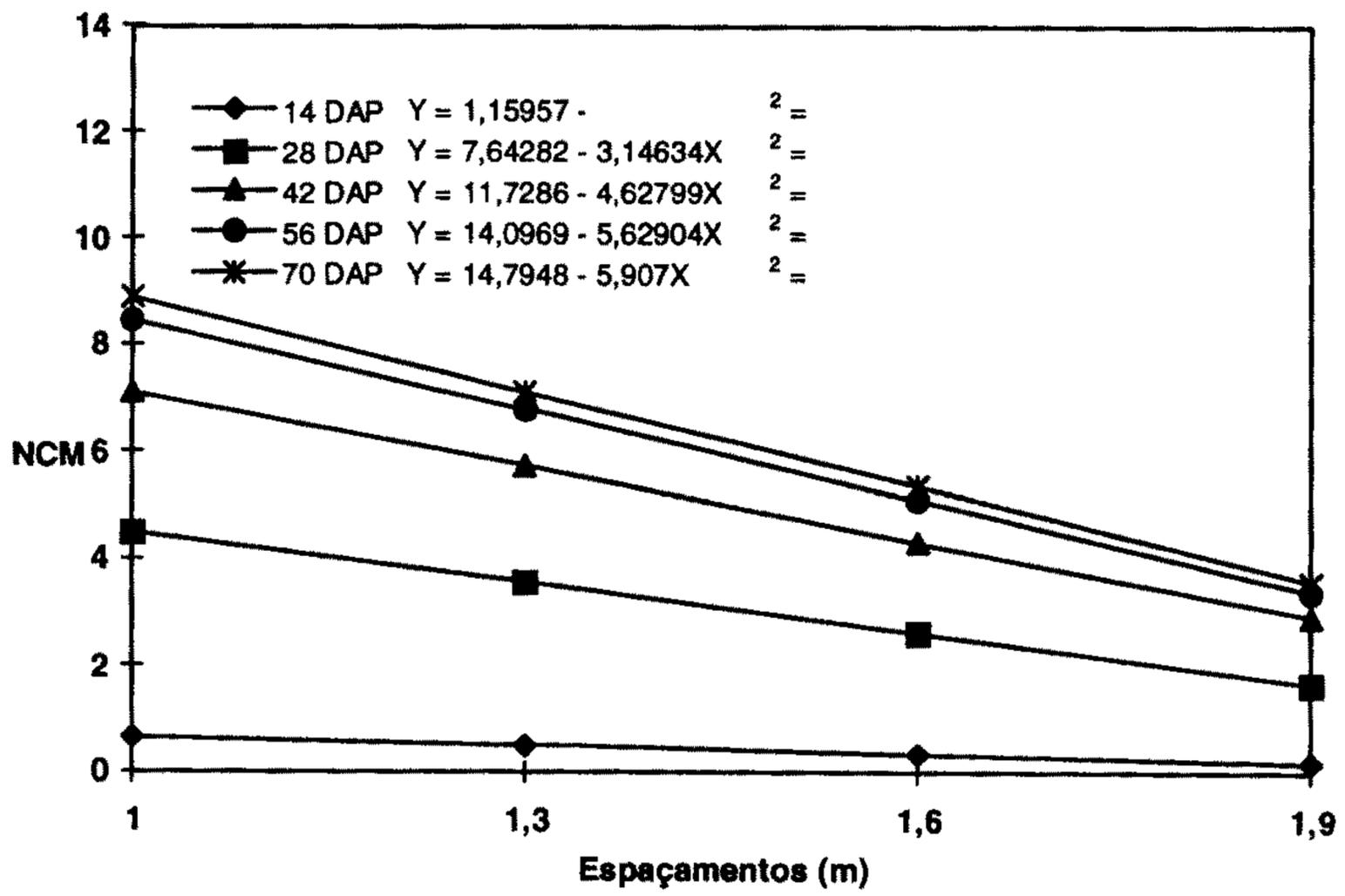


FIGURA 4 - Número de colmos por metro quadrado (Y), em função de diferentes espaçamentos (X), avaliados em 11 épocas.

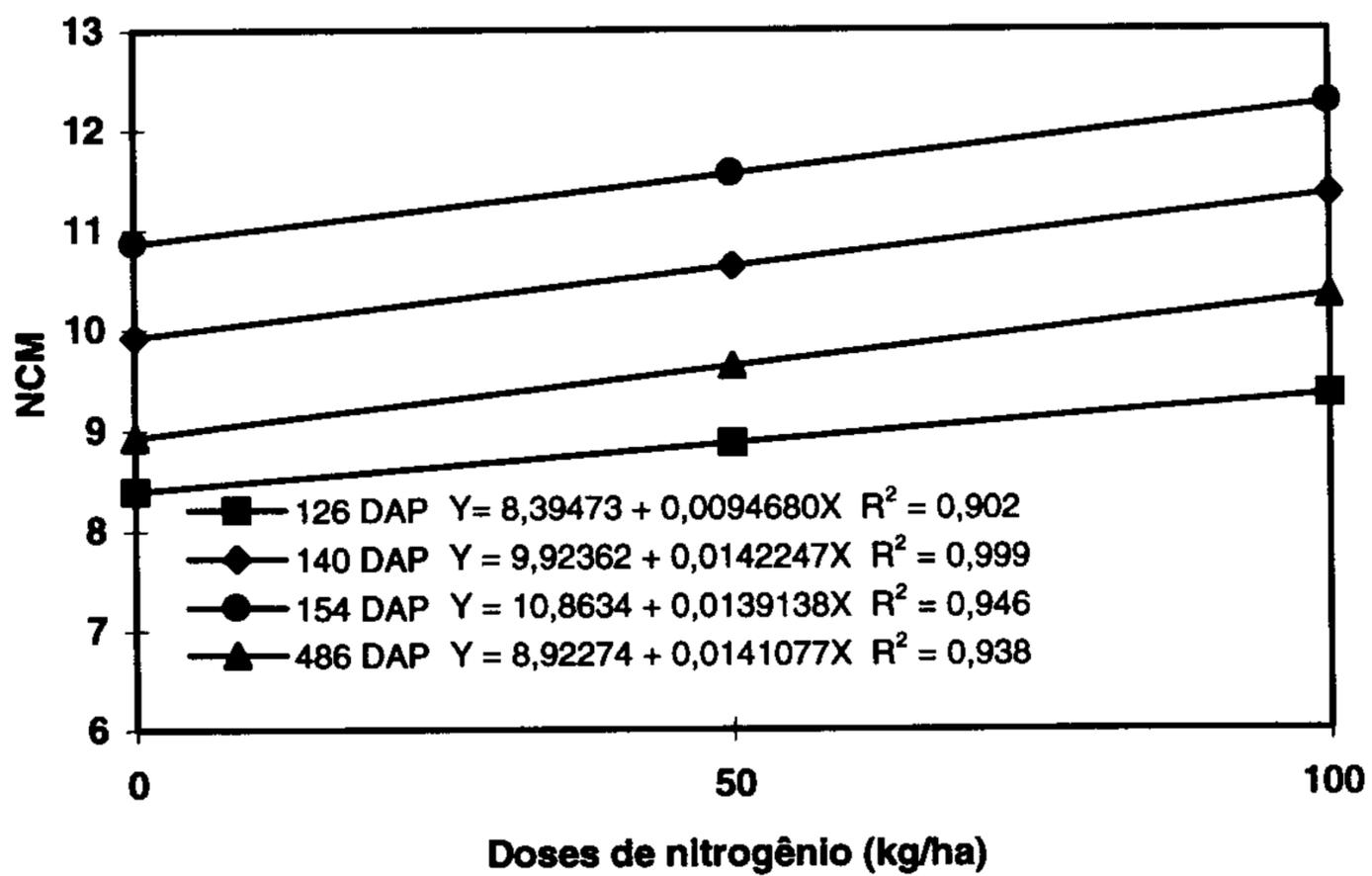


FIGURA 5 - Número de colmos por metro quadrado (Y), em função de doses crescentes de nitrogênio (X), avaliados em quatro épocas.

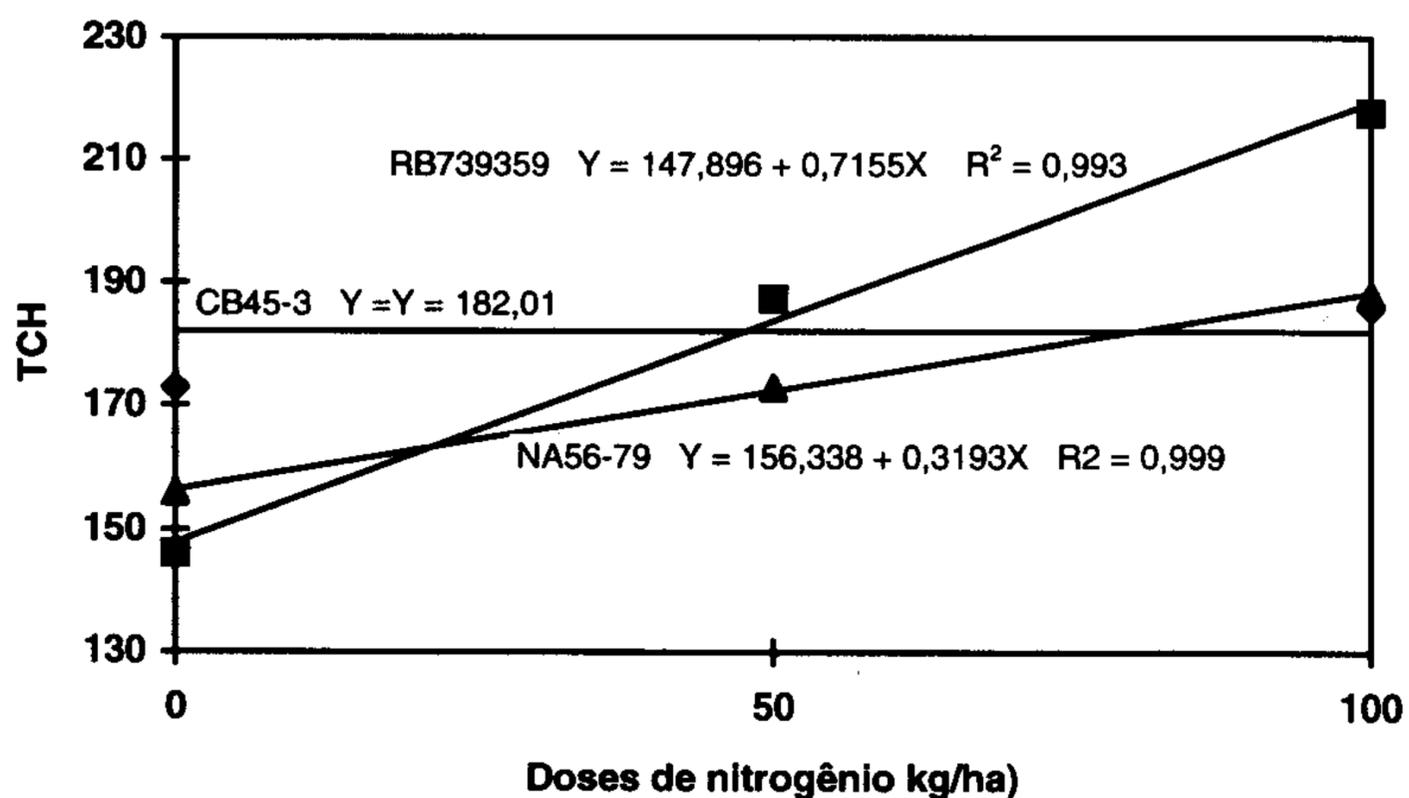
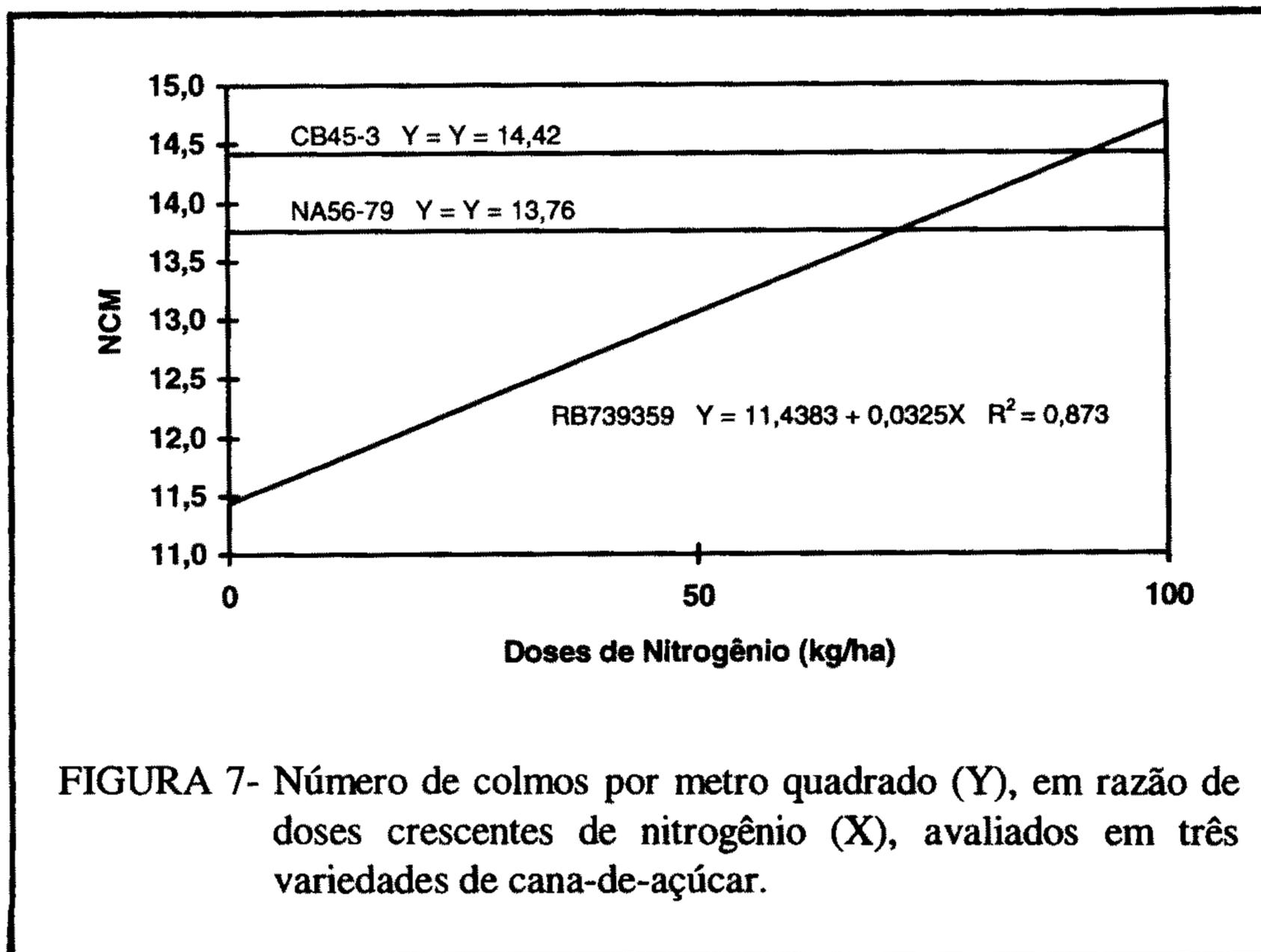


FIGURA 6 - Toneladas de colmos/ha (Y), em função de doses crescentes de nitrogênio (X), avaliados em três variedades de cana-de-açúcar.

Na colheita, a RB739359 foi a única variedade que mostrou aumento linear do NCM em consequência da aplicação parcelada de doses crescentes de nitrogênio (Figura 7), confirmando o seu potencial de resposta à adubação nitrogenada. BARNES (2) verificou que a extensão do perfilhamento e a sobrevivência dos perfilhos até a colheita é, de certa forma, uma característica varietal muito influenciada pelo meio ambiente e que o perfilhamento, em grande parte, determina a produtividade da cultura; contudo, nem todos os perfilhos sobrevivem até a maturidade.



Não ocorreram diferenças significativas entre espaçamentos, entretanto, observa-se no Quadro 2 que as variedades RB739359 e NA56-79 tiveram aumentos na TCH, com redução do espaçamento de 1,30 m para 1,00 m, porém, a RB739359 obteve maior incremento na TCH, com o aumento do espaçamento de 1,30 m para 1,60 m. Evidencia-se, assim, que existe um espaçamento adequado para cada variedade, resultando em maior produção, dependendo das condições climáticas e dos tratamentos culturais. De modo geral, verificou-se que nos espaçamentos mais reduzidos a TCH apresentou maiores valores. Esses resultados estão de acordo com PEREIRA JÚNIOR (13), que embora não tenha constatado diferenças entre produções de colmos nos diversos tratamentos, observou-se, acréscimo de produção, em virtude da redução do espaçamento.

**QUADRO 2.** 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

#### 4. RESUMO

Conduziu-se este trabalho em condições de campo, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar os efeitos de doses de nitrogênio em diversos espaçamentos entre sulcos na produção de colmos e no perfilhamento de três variedades de cana-de-açúcar. Utilizou-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 3x3, com três repetições. A partir de 154 dias após o plantio (DAP) ocorreu morte dos perfilhos, exceção feita para o espaçamento de 1,90 m e a variedade NA56-79. Exceto na época da colheita, todas as demais épocas apresentaram redução do número de colmos por metro quadrado (NCM) em razão do aumento do espaçamento, e somente a partir de 126 DAP ocorreu aumento linear do NCM, em consequência da aplicação de doses crescentes de nitrogênio. A variedade NA56-79 apresentou maior capacidade de crescimento das gemas do que as variedades CB45-3 e RB739359, que mostraram grande capacidade de perfilhamento. A variedade RB739359, por ocasião da colheita, foi a única que mostrou aumento linear do NCM, por causa da aplicação de doses crescentes de nitrogênio. A aplicação de fertilizante nitrogenado promoveu aumento linear de toneladas de colmos por hectare (TCH) das variedades RB739359 e NA56-79, sendo maior a resposta da variedade RB739359. Nos espaçamentos mais reduzidos, a TCH apresentou maiores valores, embora as diferenças não tenham sido significativas.

## 5. SUMMARY

### (EFFECT OF NITROGEN DOSES AND SPACING ON THE PRODUCTION AND TILLERING OF PLANT CANE)

A trial was carried out under field conditions at the experimental area of the Plant Sciences Department of the Universidade Federal de Viçosa, to evaluate the effects of nitrogen doses applied to several spacings between rows on the production and tillering of three sugar cane varieties. 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 (3x3), with three replications. From 154 days after planting (DAP) tiller mortality occurred, except for the 1.90 m spacing and variety NA56-79. A reduced number of stalks per square meter (NSM) was observed at all times, except at harvesting time. Only after 126 DAP a linear increase of NSM was observed, as a function of the increasing application of nitrogen doses. The variety NA56-79 presented a higher shoot growth capacity than varieties CB45-3 and RB739359, which showed great tillering capacity. The variety RB739359 was the only one which showed NSM linear increase, at harvesting time, as a function of the increasing application of nitrogen doses. The use of increasing nitrogen doses promoted a linear increase of stalk ton per hectare (STH) for varieties RB739359 and NA56-79, with a higher increase for the former. STH was higher at reduced spacings, although no significant statistical differences were observed.

## 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. BARNES, P.N.A. *The sugar cane.* London, Leonard Hill, 1974. p.257-265.
3. BULL, R.M. & GLASZIOU, K.T. Sugar cane. *In: EVANS, L.T. (Ed.). Crop physiology; some case histories.* Cambridge, Cambridge University Press, 1975. p.51-72.
4. CATANI, R.A.; ARRUDA, H.C.; PELEGRINO, D. & BERGAMIN FILHO, H.B. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e silício pela cana-de-açúcar Co419, e seu crescimento em função da idade. *Anais da ESALQ*, 16: 167-190, 1959.
5. COLETI, J.T. Técnica cultural de plantio. *In: PARANHOS, S.B. (Coord.). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização.* Campinas, Fundação Cargill, 1987. p. 284-328.
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. 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.
8. ESPIRONELO, A. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar. I-Calagem, estudos iniciais, nitrogênio e potássio em cana-planta. *STAB*, 7 (3/4): 17-28, 1989.
9. HUMBERT, R.P. The nutrition of sugar cane. *In: HUMBERT, R.P. (Ed.). The growing of sugar cane.* Amsterdam, Elsevier, 1968. p.133-212.
10. IAA/PLANALSUCAR. *Guia para identificação de doenças e deficiências nutricionais da cana-de-açúcar no Brasil.* Piracicaba, IAA/Planalsucar, 1977. 56 p.
11. MACHADO, E.C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. *In: PARANHOS, S.B. (Coord.). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização.* Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.56-87.
12. ORLANDO FILHO, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. *In: CÂMARA, G.M.S. & OLIVEIRA, E.A.M. (Eds.). Produção de cana-de-açúcar.* Piracicaba, FEALQ, 1993, p.133-146.
13. 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. 124 p. (Dissertação de Mestrado).
14. PRADO, A.P.A. *Perfilhamento e produção de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) em função da densidade de plantio.* Piracicaba, ESALQ/USP, 1987. 124 p. (Dissertação de Doutorado).
15. SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. & BETTANY, J. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. I. Eficiência na utilização de uréia(<sup>15</sup>N) em aplicação única ou parcelada. *Pesq. Agropec. Bras.* 19: 943-949, 1984.
16. SILVA L.C.F. & CASAGRANDE, 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).
17. 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. 124 p. (Dissertação de Mestrado).