

# RESPOSTA DE CANA-DE-AÇÚCAR (CULTIVAR CB 45-3) À APLICAÇÃO DE $\text{NO}_3$ e Mo, EM DOIS SOLOS DE TABULEIRO<sup>1</sup>

M.S. FERNANDES<sup>2</sup> e D.J. ALMEIDA<sup>3</sup>

**RESUMO** - Estudou-se o comportamento da cana-de-açúcar (cultivar CB 45-3) em resposta à aplicação de  $\text{NO}_3$  (nitrato de cálcio) com e sem Mo, em dois solos de tabuleiro coletados na Usina Outeiro em Campos (solo 23), e na Estrada Campos-Macaé, km 10 (solo 27), ambos na região açucareira de Campos. Foram feitas determinações de peso seco, nitrogênio total,  $\text{NO}_3$  e atividade da nitrato-redutase (ANR) na parte aérea das plantas. Observou-se resposta positiva à aplicação de  $\text{NO}_3$  em ambos os solos. A aplicação de Mo, no solo ou via foliar, não teve qualquer efeito sobre as plantas na ausência de  $\text{NO}_3$ . A aplicação de  $\text{NO}_3$  + Mo resultou em aumento de matéria seca e N-total das plantas (40%) no solo 23, enquanto que no solo 27 observou-se apenas aumento da ANR, não havendo, entretanto, resposta para peso seco e acumulação de nitrogênio. Observou-se um decréscimo na ANR quando da aplicação de Mo ao solo. O peso seco, teor de N-total e ANR, mostram o efeito diferencial dos dois solos sobre o crescimento das plantas estudadas. Os resultados obtidos sugerem que a análise expedida de solos (PNARS) não é suficiente, no caso dos solos de tabuleiro, para caracterizar fatores físicos e químicos que afetam diferencialmente o crescimento de plantas.

Termos para indexação: molibdênio, nitrato-redutase, nitrato.

## RESPONSE OF SUGARCANE CV. CB 45-3 TO $\text{NO}_3$ AND Mo IN TWO "TABULEIRO" SOILS

**ABSTRACT** - The soils were collected at the "Outeiro" farm in Campos (soil no. 23), and at km 10 of the Campos-Macaé road (soil n<sup>o</sup> 27). Soil applied  $\text{NO}_3$  increased plant dry weight in both soils while only plants on soil 23 showed a positive response to Mo applied either to the soil or as a spray. Nitrate fertilization resulted in the highest dry weight when applied with Mo and as a spray. Soil applied  $\text{NO}_3$  + Mo resulted in the second highest dry weight. Nitrate Reductase Activity (NRA) was highest (40%) in soil 23 (over soil 27) when only Mo was applied to the soil. Dry weight and NRA data show a marked difference on the effects of these soils on plant growth. The results show that "tabuleiro soils" is an inadequate designation for that group of soils. And also show that the analytic data obtained through National Program for Soil Analysis (PNARS) does not show all the relevant physical and chemical characteristics of these soils that affected plant growth, in this experiment.

Index terms: molybdenum, nitrate reductase, nitrate.

## INTRODUÇÃO

Resultados de Veiga & Gondim (1960), na região açucareira de Campos, e de Gondim et al. (1976) no Espírito Santo, têm mostrado ausência de resposta à adubação nitrogenada em cana-de-açúcar em alguns solos de tabuleiro. Estes solos originam-se de sedimentos terciários e são geralmente pobres em nitrogênio (N) e fósforo (P) (Mello Netto 1978). Entretanto, a adubação destes solos apenas com P não eleva a produção aos

níveis que se deveria esperar para uma situação de deficiência de P apenas (Gondim et al. 1976; Veiga & Gondim 1960).

Considerando-se que nitrato ( $\text{NO}_3$ ) é a forma dominante de N em solos bem aerados, é possível supor que a deficiência de outros elementos seja responsável pela aparente ausência de resposta a N nestes solos.

A assimilação de N- $\text{NO}_3$  por plantas exige prévia redução do  $\text{NO}_3$  a nível de amônia ( $\text{NH}_3$ ), processo este catalizado por duas redutases (Fernandes 1978). A nitrato-redutase (NR), que cataliza a redução de  $\text{NO}_3$  a  $\text{NO}_2$ , é sensível à variação de fatores ambientais, como luz e temperatura, e precisa, para sua funcionalidade, da presença de molibdênio (Mo) na redutase terminal do complexo (Losada 1976).

Deficiência de Mo no meio externo às plantas, ou a competição de íons semelhantes (Wf), tornam

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 21 de agosto de 1981. Contribuição do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio de Janeiro e da EMBRAPA/PESAGRO-RIO.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ) - km 47, Antiga Rod. Rio-São Paulo, CEP 23460 - Seropédica, RJ.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.S., EMBRAPA/PESAGRO, CEP 23460, Seropédica - Itaguaí, RJ.

inativa a NR, sem que, contudo, haja um bloqueio completo da absorção de  $\text{NO}_3$  pelas plantas (Heimer & Filner 1971).

A deficiência do Mo em solos de tabuleiro no Rio de Janeiro foi constatada por Peres et al. (1975), usando testes microbiológicos. A adição de Mo a estes solos aumentou a atividade da nitrogenase em *A. paspali* em até 47% em alguns casos (Peres et al. 1975).

No presente trabalho, procurou-se verificar a resposta, ou não, da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada ( $\text{N-NO}_3$ ), em dois solos de tabuleiro com e sem adição de Mo, no solo ou por via foliar.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, usando-se dois solos de tabuleiro da região açucareira de Campos (RJ):

1. Solo 23: coletado na usina Outeiro, no Município de Campos, próximo à Rodovia Campos-Vitória. Continha 13,7% de argila; 4 ppm de P; 44 ppm de K; 1,7 mEq/100  $\text{cm}^3$  de Ca + Mg; 0,1 mEq/100  $\text{cm}^3$  de Al trocável; e  $\text{pH} = 5,6$ .

2. Solo 27: coletado em um canal no km 10 da Rodovia Campos-Macaé. Continha 16,4% de argila; 4 ppm de P; 36 ppm de K; 2,0 mEq/100  $\text{cm}^3$  de Ca + Mg; 0,1 mEq/100  $\text{cm}^3$  de Al trocável; e  $\text{pH} = 5,8$ .

Vinte quilogramas de solo foram acondicionados em vasos plásticos e fertilizados com 1.600 ml de uma solução preparada a partir de 3, 2, 1 e 4 ml/l de soluções 1N de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Mg SO}_4$  e  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , respectivamente. Procurou-se inalterar durante o experimento o teor de água no solo em torno do equivalente de umidade através de irrigações diárias. Micronutrientes (-Mo) foram aplicados segundo Fernandes (1978). Os tratamentos foram:

- A. Testemunha
- B. Mo aplicado ao solo
- C. Mo aplicado via foliar
- D.  $\text{NO}_3$
- E.  $\text{NO}_3$  + Mo aplicado ao solo
- F.  $\text{NO}_3$  + Mo aplicado via foliar

Os tratamentos com  $\text{NO}_3$  (D, E e F) receberam o equivalente a 40 kg N/ha no plantio e 80 kg N/ha onze semanas após, na forma de nitrato de cálcio.

A aplicação de Mo no solo foi feita a partir de uma solução a 1.000 ppm, usando-se 10 ml desta solução para 20 kg de solo. A aplicação foi feita seis semanas após o plantio. A aplicação de Mo (50 ppm) via foliar foi feita na mesma data que no solo e repetida, a partir desta data, a cada quinze dias. As aplicações foliares foram feitas às 9 h e os tratamentos -Mo receberam, ao mesmo tempo, uma pulverização com um volume equivalente de água deionizada. Para o plantio foram utilizadas canas cultivadas nas mesmas áreas da coleta do solo. Usaram-se dois toletes de

duas gemas (pré-germinadas) por vaso. Vinte e duas semanas após o plantio, coletou-se a segunda folha completamente desenvolvida (a partir do ápice) para a determinação da atividade da nitrato-redutase (Fernandes et al. 1978). Também nesta data foi feito o teste de redução de acetileno em sistema intacto no próprio vaso (Polli 1975) para verificar a atividade da nitrogenase. A colheita das plantas (parte aérea total) foi feita 30 semanas após o plantio. Foram determinados o peso seco total, N-total (Nelson & Sommers 1973) e  $\text{N-NO}_3$  (Fernandes et al. 1978).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, e todas as determinações foram feitas em duplicata.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito da aplicação de  $\text{N-NO}_3$  e Mo em solos de tabuleiro, sobre a acumulação de matéria seca em cana-de-açúcar, é mostrado na Fig. 1. A resposta a  $\text{N-NO}_3$  é positiva em ambos os solos (23 e 27). O aumento de peso observado para os tratamentos que receberam apenas  $\text{N-NO}_3$  (tratamento D), em relação à testemunha ( $-\text{NO}_3$ ,  $-\text{Mo}$ ), é equivalente para os dois solos. A aplicação de Mo, no solo ou via foliar (tratamentos B e C), não teve qualquer efeito sobre a acumulação de matéria seca, em relação à testemunha. A aplicação de  $\text{NO}_3$  e de Mo -este, tanto no solo (tratamento E) como por via foliar (tratamento F), teve um efeito positivo sobre a acumulação de matéria seca nas plantas do solo 23 em relação ao solo 27. O máximo de acumulação de matéria seca ocorreu quando da aplicação de  $\text{NO}_3$  no solo e Mo via foliar, no solo 23. A ausência de resposta do solo 27 à aplicação de Mo mostra que os solos de tabuleiro precisam ser melhor estudados quanto às suas características físicas e químicas. A designação genérica "solos de tabuleiro", parece-nos, não deveria ser usada em trabalhos de experimentação.

O quadro menor na Fig. 1, mostra a atividade da nitrato redutase (ANR), medida nas folhas uma semana antes da colheita das plantas. Os valores em cada ponto das duas curvas são a média das três repetições, não tendo sido feita análise estatística dos resultados. A aplicação de Mo ao solo causou uma queda de 40% na ANR das plantas do solo 27 em relação ao 23. Nos outros tratamentos, essa diferença (em favor do solo 23) foi da ordem de 20%, exceto para os tratamentos A e F (testemunha e  $\text{NO}_3$  + Mo via foliar, respectivamente). No

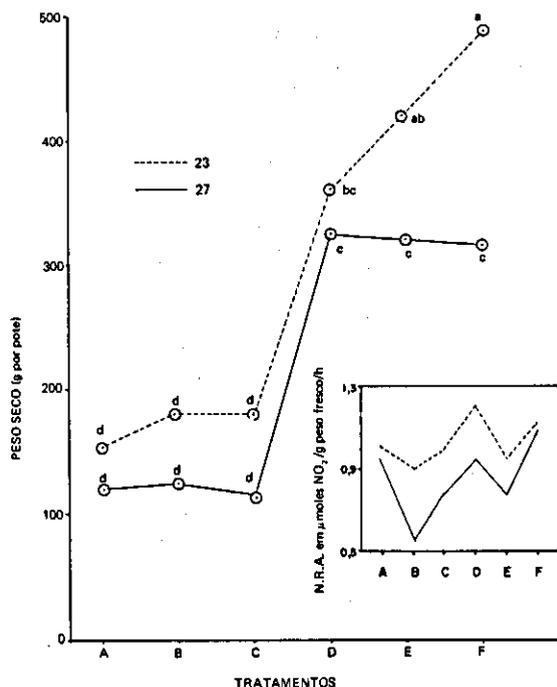


FIG. 1. Efeitos da aplicação de  $\text{NO}_3$  e/ou Mo em dois solos de tabuleiro, sobre o acúmulo de matéria seca e atividade da nitrato-redutase em cana-de-açúcar.

solo 27, parece haver um efeito negativo bem acentuado da aplicação de Mo ao solo, com ou sem  $\text{NO}_3$ . Por outro lado, observa-se um efeito positivo da aplicação foliar de Mo na presença de  $\text{NO}_3$  (tratamento F).

Estes resultados confirmam as diferenças observadas no peso seco entre plantas cultivadas nos dois solos. Essas diferenças só são significativas (no caso de peso seco) quando da aplicação de Mo, no solo ou via foliar.

A Tabela 1 mostra que não houve acúmulo de  $\text{N-NO}_3$  nas plantas submetidas aos diversos tratamentos. A pequena tendência para acúmulo de  $\text{NO}_3$  observada no tratamento B (Mo no solo) é interessante, mas não significativa estatisticamente. Também não se observam efeitos dos solos sobre o teor de  $\text{N-NO}_3$ . A Tabela 1 mostra também os efeitos dos diversos tratamentos sobre os teores de  $\text{N-total}$  em  $\text{mg/g}$  (média dos dois solos). As diferenças nos teores de  $\text{N-total}$  entre os solos 23 e 27 não foram estatisticamente significativas. A aplicação de  $\text{N-NO}_3$  no solo resultou em aumento

do teor de  $\text{N-total}$ , não se observando efeito da aplicação de Mo sobre este parâmetro. A Tabela 2 mostra os efeitos de tratamentos e solos sobre a acumulação de  $\text{N-total}$  nas plantas em miligramas por pote. Dentro de cada solo, observa-se o marcante efeito da aplicação de  $\text{NO}_3$  sobre o acúmulo de  $\text{N-total}$ . No solo 27, não são observados efeitos da aplicação de Mo. Os resultados obtidos para o acúmulo de  $\text{N-total}$  nas plantas refletem claramente o efeito dominante do acúmulo de matéria seca das plantas sobre este parâmetro (Fig. 1 e Tabela 2).

A Tabela 2 mostra também que houve maior acúmulo de  $\text{N-total}$  nas plantas do solo 23 do que nas do solo 27, para todos os tratamentos. Estes

TABELA 1. Efeitos da aplicação de  $\text{NO}_3$  e/ou Mo nos teores de  $\text{N-total}$  e  $\text{N-NO}_3$  em cana-de-açúcar cultivada em dois solos de tabuleiro.

Tratamentos	$\text{N-NO}_3$ , em $\text{mg/g}$ de peso seco		$\text{N-total}$ em $\text{mg/g}$ de peso seco
	Solo 23	Solo 27	Média dos dois solos
A	0,33 <sup>c*</sup>	0,32 <sup>c</sup>	6,75 <sup>b</sup>
B	0,41 <sup>c</sup>	0,41 <sup>c</sup>	6,71 <sup>b</sup>
C	0,32 <sup>c</sup>	0,35 <sup>c</sup>	7,08 <sup>b</sup>
D	0,35 <sup>c</sup>	0,36 <sup>c</sup>	8,08 <sup>a</sup>
E	0,37 <sup>c</sup>	0,37 <sup>c</sup>	8,13 <sup>a</sup>
F	0,36 <sup>c</sup>	0,37 <sup>c</sup>	8,21 <sup>a</sup>

\*Médias para  $\text{N-NO}_3$  e para  $\text{N-total}$  seguidas da mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Duncan (5%).

TABELA 2. Efeitos da aplicação de  $\text{NO}_3$  e/ou Mo na acumulação de  $\text{N}$  por cana-de-açúcar em dois solos de tabuleiro.

Tratamentos	Solo 23 (mg/pote)	Solo 27 (mg/pote)
A	1.072 <sup>e*</sup>	783 <sup>f</sup>
B	1.212 <sup>e</sup>	837 <sup>f</sup>
C	1.247 <sup>e</sup>	840 <sup>f</sup>
D	2.837 <sup>c</sup>	2.715 <sup>d</sup>
E	3.263 <sup>b</sup>	2.710 <sup>d</sup>
F	3.895 <sup>a</sup>	2.604 <sup>d</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan (5%).

resultados são uma magnificação das diferenças entre os teores de N-total (não significativos) pelas diferenças de acúmulo de matéria seca total (Fig. 1). Os resultados da Tabela 2 reforçam as diferenças indicadas pelas curvas da Fig. 1 quanto ao efeito diferencial dos dois solos sobre o crescimento das plantas.

Não foi observada, neste experimento, nenhuma atividade da nitrogenase na ocasião em que foi realizado o teste, ou seja, 22 semanas após o plantio.

#### CONCLUSÕES

1. A aplicação de N-NO<sub>3</sub> nos dois solos estudados teve efeito positivo sobre a acumulação de matéria seca e N-total em cana-de-açúcar.

2. A aplicação de Mo, no solo e por via foliar, teve efeito diferente sobre as plantas cultivadas nos solos 23 e 27. No primeiro (23), houve uma resposta positiva à aplicação de Mo, com um maior acúmulo de matéria seca para o tratamento que recebeu Mo via foliar. No segundo (27), não se observou qualquer efeito de Mo sobre a acumulação da matéria seca. A acumulação de N-total seguiu de perto a tendência observada para a acumulação de matéria seca.

3. Os resultados de acúmulo de matéria seca, N-total, e da atividade de nitrato-redutase, mostram que os solos 23 e 27 diferem marcadamente nos efeitos resultantes da aplicação de NO<sub>3</sub> e Mo.

4. Estes resultados indicam que a expressão "solos de tabuleiro", usada indiscriminadamente, pode levar a sérios erros quando da interpretação das necessidades de adubação. Por outro lado, os dados da análise expedida de solos (Programa

PNARS) também não são suficientes para explicar os resultados observados.

#### REFERÊNCIAS

- FERNANDES, M.S. Absorção e metabolismo de nitrogênio em plantas. Rio de Janeiro, UFRRJ, Instituto de Agronomia, 1978. (Boletim Técnico, 1).
- FERNANDES, M.S.; FERREIRA, M.B. & FREIRE, L.R. Efeitos da interação de N-NO<sub>3</sub> e N-NH<sub>4</sub> na atividade de nitrato redutase e acumulação de N-protéico em *Brachiaria* sp. Turrialba, 28(3):187-91, 1978.
- GONDIM, G.S.; ROSÁRIO, L.B.; ANGELO, I.; APOSTINI, E. & BRITTO, D.P.P. Adubação mineral da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 11, Fortaleza, 1976. Resumo dos Trabalhos.
- HEIMER, Y.M. & FILNER, P. Regulation of the nitrate assimilation pathway in cultured tobacco cells. III. The nitrate uptake system. *Biochim. Biophys. Acta* 230:362-72, 1971.
- LOSADA, M. Metalloenzymes of the nitrate - reducing system. *J. Mol. Catalysis*, 1:245-64, 1976.
- MELLO NETTO, A.V. Influência do manejo nos parâmetros de fertilidade dos Latossolos de tabuleiros do Nordeste e Sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, UFRRJ, 1978. Tese Mestrado.
- NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. Determination of total nitrogen in plant material. *Agron. J.* 65:109-12, 1973.
- PERES, I.R.R.; NERY, M. & FRANCO, A.A. Constatação de deficiências de molibdênio em vários solos do Estado do Rio de Janeiro, através de teste microbiológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1975. Anais... p. 163-9.
- POLLI, H. de. Ocorrência de fixação de <sup>15</sup>N<sub>2</sub> nas gramíneas tropicais *Digitaria decumbens* e *Paspalum notatum*. Piracicaba, ESALQ, Universidade de São Paulo, 1975. Tese Mestrado.
- VEIGA, F. de M. & GONDIM, G.S. Estação Experimental de Campos; relatório geral. s.l., s.ed., 1960.