



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## AVALIAÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM SOQUEIRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR SEM QUEIMA

**Fabio Cesar da Silva<sup>(1)</sup>; Takashi Muraoka<sup>(2)</sup>; Paulo Roberto de Camargo e Castro<sup>(3)</sup>; Fernando José Freire<sup>(4)</sup>; Silvio Tavares<sup>(5)</sup>**

(1) Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador Embrapa Informática Agropecuária / Professor da Fatec Piracicaba, Av. André Tosello, 209 Barão Geraldo 13083-886 Campinas SP. [fcesar@cnptia.embrapa.br](mailto:fcesar@cnptia.embrapa.br); (2) Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador do Seção de Fertilidade do Solo – CENA/USP, Av. Centenário, 303 – Piracicaba – SP, [muraoka@cena.usp.br](mailto:muraoka@cena.usp.br); (3) Engenheiro-Agrônomo, - Professor titular – ESALQ / USP, Av.: Pádua Dias, 11 – Piracicaba – SP, [rccastro@esalq.usp.br](mailto:rccastro@esalq.usp.br); (4) Engenheiro-Agrônomo, Professor do Depto. de Agronomia, Centro de Pesquisa de Solos - UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, Campus Universitário de Dois Irmãos, Recife - PE. [f.freire@depa.ufrpe.br](mailto:f.freire@depa.ufrpe.br); (5) Engenheiro-Agrônomo, Pesquisador - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Pólo Regional do Polo: Extremo Oeste, Votuporanga – SP.

**Resumo** Avaliou-se o desempenho, em produtividade, pela aplicação do nitrogênio e do potássio em agrossistema canavieiro sem queima, analisando os reflexos de suas combinações, na produção de biomassa, na absorção de nutrientes pela planta, as perdas no sistema e os impactos no ambiente. Nos experimentos combinaram-se a adubação nitrogenada e potássica em 16 tratamentos, nas doses de 0, 50, 100 e 150 kg/ha, para fins de obter a maior produtividade econômica desejada, com menores impactos ambientais e adequação à legislação vigente. A adubação nitrogenada recomendada para cana sem queima foi de 50 a 100 kg de N por hectare, dependendo da adição de fertilizante K - potássico, o qual é recomendado 100 kg de K por hectare para satisfazer a necessidade da planta.

**Palavras-Chave:** Produção vegetal, nitrogênio, energia renovável e gramínea.

### INTRODUÇÃO

A expansão observada da cultura de cana-de-açúcar nos estados da região centro-sul do Brasil, em especial no oeste de São Paulo, leste de Mato Grosso do Sul e noroeste do Paraná, vem se dando prioritariamente com a adoção da colheita mecanizada e o uso mais intensivo da terra, com a erradicação da queima da biomassa ou da palhada.

O Brasil é o maior produtor mundial de biomassa em cana-de-açúcar, com uma área cultivada de cinco milhões de hectares, que resultou na safra 2003/04, a produção de 25 milhões de toneladas de açúcar e 14.8 milhões de m<sup>3</sup> de etanol (Unica, 2004). O setor de produção de álcool assume o papel como a principal fonte alternativa de energia limpa em substituição às fontes fósseis.

No sistema da colheita da cana sem queima, as folhas secas, os ponteiros e as folhas verdes são cortados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduos vegetais, na ordem de 10 a 15 mg.ha<sup>-1</sup>, denominada palhada.

As maiores limitações do meio à produtividade da cana-de-açúcar em soqueiras estão ligadas à

disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente o nitrogênio (Trivelin, 2000). Levando este fato em consideração nota-se a importância de uma adubação adequada na cultura canavieira. De todos os nutrientes minerais, o nitrogênio é, quantitativamente, e essencial para o crescimento das plantas. Ele está presente nos pigmentos, como clorofila, nas proteínas e nas enzimas que atuam como catalizadores da absorção de minerais do solo, da respiração, na fotossíntese e em muitos outros processos. O nitrogênio atua no estímulo do perfilhamento, refletindo no aumento da produção e a sua razão com o K relaciona a acumulação de açúcar no colmo. (Silva et al., 2005).

A pesquisa, financiada pelo Instituto Internacional de Potássio, teve como objetivo avaliar e expor um modelo simples que caracterize a dinâmica temporal da distribuição de N em relação com potássio, no sistema de produção canavieiro sem queima prévia na colheita, face à aplicação de diversas combinações de N e K, em cobertura sob a palhada em soqueira, visando a obtenção da produtividade econômica e sem contaminar o ambiente.

### MATERIAL E MÉTODOS

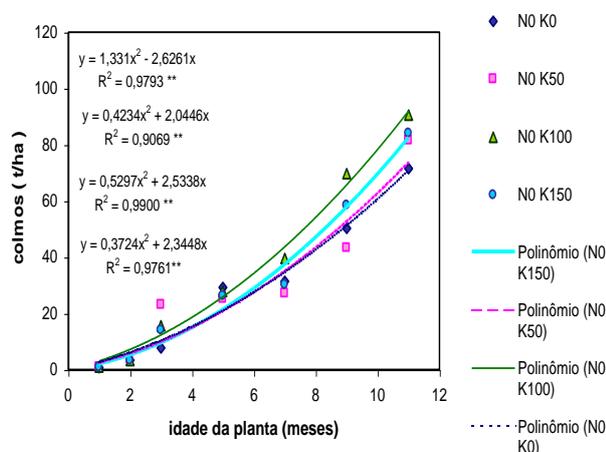
O experimento foi instalado, na Usina Costa Pinto, em Piracicaba - SP sob responsabilidade da Embrapa, em convênio com o Instituto Internacional de Potássio, com 16 tratamentos em 3 repetições em agrossistema canavieiro sem queima (Figuras 5 e 6). Os tratamentos foram oriundos da combinação fatorial NK da aplicação em soqueira, nas doses de: 0,50 100 e 150 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (nitrato de amônio) e 0,50 100 e 150 Kg.ha<sup>-1</sup> de potássio (cloreto de potássio). O primeiro ensaio foi implantado em solo latossolo-vermelho-amarelo, na 1ª semana de Dezembro de 2001 e colhido em Novembro de 2002, com a colaboração do CENA / USP e ESALQ / USP. A amostragem deste experimento foi realizada em cada parcela de cinco linhas centrais de 12 metros, sendo coletadas 15 plantas por metro linear em dois pontos, a cada dois meses. Esse material foi pesado por parcelas, separadas, enviado ao laboratório, seco em estufa, moído e armazenado para as análises químicas. As amostras das plantas foram secas, pesadas e os elementos analisados foram os teores totais de potássio e nitrogênio. A solubilização do potássio foi efetuada pela digestão nitro-

perclórica (Embrapa, 2009). A análise do nitrogênio foi procedida mediante uma digestão via o Método Nitrogênio Total – Kjeldahl. Os dados foram introduzidos no Modelo Comportamental de Balanço de Nitrogênio para a Cana-de-Açúcar no software de simulação denominado Stella (Silva et al., 2005), que permitiu conhecer e entender as perdas do nitrogênio no sistema solo-planta ao longo do ciclo, via lixiviação, volatilização, desnitrificação e fontes potencialmente poluidoras. No compartimento palhada remanescente, a produção de palha do canavial sob colheita mecanizada inclui as folhas, bainhas e o ponteiro, além de quantidade variável de pedaços de colmos. A palhada, contém em torno de 60 a 80 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio para a cana-planta, que pode vir ser disponibilizados à cultura por ação dos microrganismos do solo, como descrito no Modelo de Balanço de Nitrogênio para a Cana-de-açúcar Fase II. O modelo no Software STELLA (Silva et al., 2005), foi baseado em resultados experimentais de vários autores (Trivelin, 2000; Ripoli, 1991). Este modelo utiliza a cana-soca e apresenta uma variação de 30 a 50 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na palhada. O valor utilizado para o parâmetro Matéria Orgânica (MO) do solo foi proveniente de experimentos realizados por Trivelin, (2000), que é 20.000 Kg.ha<sup>-1</sup>, e a taxa de nitrogênio presente na Matéria Orgânica (MO), de 5%.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

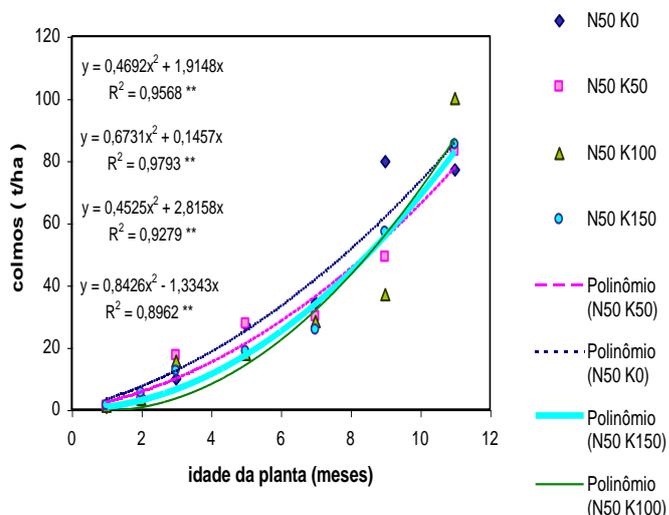
A análise de crescimento da cana-de-açúcar permite acompanhar o aumento de matéria seca, assim como, o aumento de peso e de tamanho (Orlando Filho, 1983; Silva et al., 2005).

Nas Figuras estão demonstradas a influência da aplicação de fertilizantes potássicos (x) nas curvas de crescimento da cana soca (y), em quatro níveis de nitrogênio (Figura 1 – sem N; Figura 2 – 50 kg N.ha<sup>-1</sup>; Figura 3 – 100 kg N.ha<sup>-1</sup>; Figura 4 – 150 kg N.ha<sup>-1</sup>) na produção de colmos.

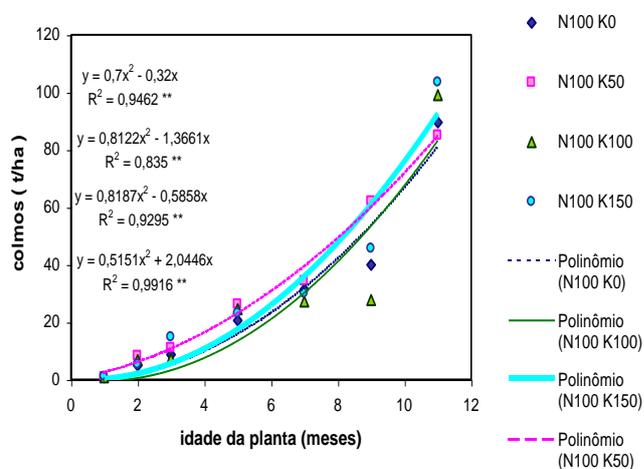


**Figura 1.** Curvas de crescimento da cana-de-açúcar no tempo em função de doses de potássio, sem adubação

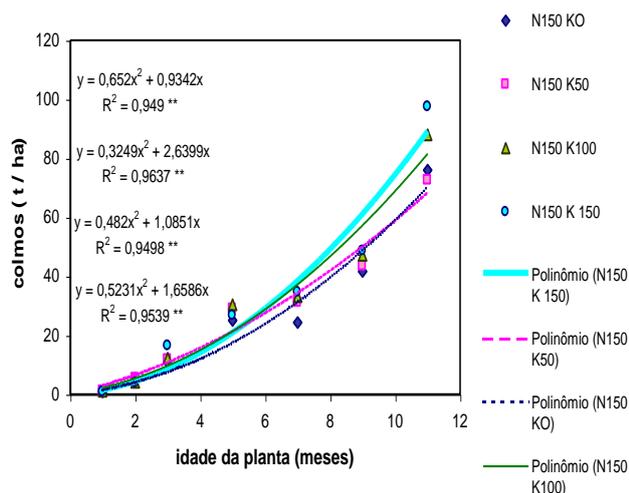
nitrogenada de referência. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.



**Figura 2.** Curvas de crescimento da cana-de-açúcar no tempo em função de doses de potássio, com adubação fixa de 50 kg de nitrogênio por hectare. \*\* Signif. a 1% de prob., pelo teste F.



**Figura 3.** Curvas de crescimento da cana-de-açúcar no tempo em função de doses de potássio, com adubação fixa de 100 kg de nitrogênio por hectare. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.



**Figura 4.** Curvas de crescimento da cana-de-açúcar no tempo em função de doses de potássio, com adubação fixa de 150 kg de nitrogênio por hectare. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

O K é o nutriente - exportado em maior quantidade pela cana-de-açúcar, na ordem de 210 kg de K<sub>2</sub>O para 100 T de colmos de cana-soca. Deste modo, como nota-se na Figura 1, há influência de K no crescimento da cana-de-açúcar. O K atua no metabolismo de crescimento da cana-de-açúcar, em especial na ativação, na síntese e na translocação de proteína, o que explica a forte interação entre os nutrientes (N-K). Nota-se na ainda na Figura 1, que a falta de N no solo está limitando a melhor resposta ao K a 100 kg K.ha<sup>-1</sup>. Todavia, há uma tendência maior de resposta ao K, nas Figuras 2 e 3, a partir de 9 meses, com as doses de N de 50 e 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. (Figuras 2 e 3).

Uma pré-análise em biomassa na fase de crescimento vegetativo da cana-de-açúcar em função da aplicação de N e K mostra resultados marcantes de efeito do K e da sua forte interação com o nitrogênio aplicado à cultura (Figuras 1, 2, 3 e 4). A melhor combinação para fins de crescimento vegetativo na faixa de aplicação de potássio de 50 a 100 kg K.ha<sup>-1</sup> associado à uma dose de nitrogênio de 100 (Figura 3) a 150 (Figura 4) kg N.ha<sup>-1</sup>. Embora, a melhor resposta ocorreu na dose de N 100 K 150, essa resposta ao fertilizante potássico aplicado à cana soca foi seguida por aumento de disponibilidade de potássio do solo. Entretanto, o grau de produtividade não foi muito maior que a dose N 100 K 100.

## CONCLUSÕES

1. A estratégia de reposição do nitrogênio retirado no agrossistema, pela exportação nos colmos, na colheita foi adequada para a fertilização nitrogenada na soqueira, mas a fonte de N não deve ser a uréia, ou se for, teria que incorporá-la ao solo.
2. O potencial de perdas de nitrogênio no sistema de colheita sem queima em soqueiras, está ao redor de 50 kg de N por hectares, com a acumulação de 140 kg de N na parte aérea, que requer uma reposição de 100 kg de N na forma N – fertilizante.
3. A quantidade recomendada de fertilizante nitrogenado, na cana crua, foi inversamente proporcional a fertilização potássica cujo valor variou de 50 a 100 kg de N por hectare.
4. A aplicação de 100 kg de N e 100 kg de K por hectare sobre a palhada disposta no solo mostrou-se a mais equilibrada do ponto de vista agrônomo e ambiental.
5. A fertilização potássica deve ocorrer na ordem de 100 kg de K por hectare, que possibilita corrigir a fertilidade do solo e atender a necessidade nutricional da cana, sem acarretar em problemas ambientais.

## AGRADECIMENTOS

Ao INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE (COORDINATION LATIN AMERICA) pelo financiamento da pesquisa e ao Grupo Cosan pelo apoio para conduzir os ensaios NK em cana crua.

## REFERÊNCIAS

- EMBRAPA Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, F.C. da Silva (Editor) – 2. Ed rev. ampl. Brasília DF. 2009, 627p.
- ORLANDO FILHO, J. (Coord.) **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar – PLANALSUCAR, 1983. 369p.
- RIPOLI, T. C. C. Utilização do material remanescente da colheita da cana-de-açúcar (SACCHARM SPPO – EQUACIONAMENTO DOS BALANÇOS ENERGÉTICO E ECONÔMICO. 254 p. (199). (ESALQ – USP, Livre - Docência).
- SILVA, F. C. da; BERGAMASCO, A. F.; MONTALI, E. F.; RODRIGUES, L. H. e FARIAS, J. R. B. Avaliação da adubação nitrogenada e potássica em cana-de-açúcar baseada em modelos. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA, 2. Anais..., ed. De Tsuiosh Yamada e Terry L-Roberto. POTAFOS, Piracicaba – SP. 2005. p. 763 – 822.
- TRIVELIN, P.C.O. **Utilização do nitrogênio pela cana-de-açúcar: três casos estudados com uso do traçador <sup>15</sup>N**. Tese (Livre-Docência) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000, 143p.
- UNICA (2004) - Estatísticas da Safra 2004/05. Disponível em: <[www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)>, consultado em 20/06/2004.

FOTOS



**Figura 5.** Colheita manual de parcelas de experimento de adubação NK em cana-de-açúcar sem queimada da palhada remanescente.



**Figura 6.** Visões do amarramento do feixe de cana por parcela para fins de medida de peso (a) com detalhe do aparelho de célula de carga (b).