

## Disponibilidade cátions ( $\text{Ca}^{2+}$ $\text{Mg}^{+2}$ e $\text{K}^{+1}$ ) em Latossolos manejados com palhada de cana-de-açúcar consorciado a adubação nitrogenada em distintas temperaturas<sup>(1)</sup>

**Laís Teixeira e Silva<sup>(2)</sup>; Bárbara Campos Ferreira<sup>(2)</sup>; Ferreira Risely Ferraz de Almeida<sup>(3)</sup>; Joseph Elias Rodrigues Mikhael<sup>(3)</sup>; Beno Wendling<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Instituto de Ciências Agrárias-ICIAG.

<sup>(2)</sup> Estudante de graduação da Universidade Federal de Uberlândia - UFU; Uberlândia, Minas Gerais; e-mail: laís.tes@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Mestranda (o), Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Uberlândia – UFU;

<sup>(4)</sup> Professor Adj. III da Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

**RESUMO:** A manutenção da palhada de cana-de-açúcar no solo tem um efeito positivo, atuando no controle da erosão e adicionando nutrientes, principalmente pela maior disponibilidade de cálcio, magnésio e potássio ao longo do tempo. No entanto, verifica-se que em grande quantidade a deposição e a manutenção da palhada sobre a superfície do solo pode ocasionar algumas dificuldades no manejo da cana-de-açúcar. Assim, objetivou-se com este trabalho identificar a influência da adubação nitrogenada e do manejo da palhada de cana-de-açúcar (incorporado ou superficial) na disponibilidade de cátions no solo ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^{+1}$ ) em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico na região do Triângulo Mineiro, incubado em três distintas temperaturas. Verificando que a palhada de cana-de-açúcar quando incorporado ao solo proporciona um acréscimo de potássio ao solo e em ambientes com a temperatura de 30°C, verifica um acréscimo disponibilidade do potássio. Para os teores de cálcio e magnésio não foram possíveis identificar diferenças significativas entre os tratamentos.

**Termos de indexação:** fertilidade do solo, nutrientes, sistema de plantio direto.

### INTRODUÇÃO

No cultivo de cana-de-açúcar a quantidade da palhada depositada no solo pode variar significativamente em função da cultivar, da época de corte e a produtividade, oscilando entre 10 a 30 Mg ha<sup>-1</sup> ano de matéria seca (Vitti et al., 2007), formando uma camada com espessura entre 10-12 cm (Campos, 2003), composta por palha seca, ponteiros e folhas verdes (Oliveira et al., 1999b).

A manutenção desta palhada no solo tem um efeito positivo, atuando no controle da erosão, adicionando nutrientes e melhorando a fertilidade do solo, principalmente pela maior disponibilidade de cálcio, magnésio e potássio (Oliveira, 1999a). No entanto, verifica-se que em grande quantidade a deposição e a manutenção da palhada sobre a superfície do solo pode ocasionar algumas

dificuldades no manejo da cana-de-açúcar como, operações nos cultivos da adubação da soca (Aude et al., 1993) e a baixa taxa de mineralização líquida do nitrogênio (Trivelin et al., 1995).

Assim, objetivou-se com este trabalho identificar a influência da adubação nitrogenada e do manejo da palhada de cana-de-açúcar (incorporado ou superficial) na disponibilidade de cátions no solo ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^{+1}$ ) em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico na região do Triângulo Mineiro, incubado em três distintas temperaturas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de maio a agosto do ano de 2012. O solo em estudo foi coletado em uma área com cultivo de cana-de-açúcar (latitude 19°13'00,22"S e longitude 48°08'24,80"W), classificada como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 2006), Tabela 1.

Esta área apresenta uma altitude média de 900 metros e clima classificado como CWa, de acordo com a classificação de Köppen (Embrapa, 1982), com uma estação seca definida de maio a setembro, e estação chuvosa de outubro a abril.

O experimento foi estabelecido em um DBC (Delineamento em blocos casualizado), com três repetições e com um fatorial 3x2x2, três temperaturas (20 °C, 25 °C e 30°C), dois tipos de manejo da palhada no solo (superficial ou incorporado) e duas doses de nitrogênio (0 kg N ha<sup>-1</sup> e 120 kg N ha<sup>-1</sup>).

As coletas do solo em estudo foram realizadas na estação seca (julho de 2012), em uma área de cana-de-açúcar, que tem como manejo o plantio convencional, sem a aplicação de vinhaça e com colheita mecanizada sem a utilização de fogo. Utilizou-se como critério para a amostragem do solo, quatro coletas em pontos distintos em uma área de 1 ha, na camada de 0,0 - 0,2 m, que foi homogeneizada para obter uma amostra composta final. Posteriormente esta foi identificada e

transferida para o laboratório, onde foi peneirada (< 2 mm) e umedecida até 60% da capacidade de retenção de água (CRA).

Uma alíquota deste solo foi direcionada para caracterização dos atributos químicos e físicos (**Tabela 1**). Para a classificação textural quanto ao teor de argila, silte e areia utilizou-se o método da pipeta, conforme Embrapa (1997). Enquanto, o nitrogênio total (NT), foi determinado de acordo o método descrito por Kjeldahl (Black, 1965) e a disponibilidade de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), e a acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) e acidez ativa (pH em água), de acordo com Tedesco et al. (1995).

**Tabela 1** – Caracterização da palhada da cana-de-açúcar (atributos químicos) e do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Atributos físicos e químicos), na camada de 0,0 - 0,2 m do perfil do solo em uma área com o cultivo de cana-de-açúcar localizado na região do Triângulo Mineiro.

CARACTERÍSTICA	SOLO	PALHADA (g Kg <sup>-1</sup> )
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	642,00	-
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	167,00	-
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	260,00	-
pH (H <sub>2</sub> O)	7,00	-
NT (g kg <sup>-1</sup> )	0,69	-
COT (g kg <sup>-1</sup> )	7,40	-
C/N	10,72	97,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg dm <sup>-3</sup> )	2,50	0,8
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	108,00	9,0
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,56	1,3
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,00	5,4
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	15,80	-

A palhada da cana-de-açúcar foi coletada na mesma área do solo, um mês antes da colheita, tendo uma distribuição homogênea nas linhas e entrelinhas do canal, para obter uma representatividade da área. Em laboratório a palhada foi fracionada em tamanho médio de 1 cm<sup>2</sup> e posteriormente foi acondicionada por 24 horas em uma estufa de circulação fechada na temperatura de 60° C. Após a secagem uma alíquota foi direcionada para a determinação dos teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e relação C/N, de acordo com as metodologias recomendadas por, Tedesco et al. (1995).

### Montagem do experimento

Para a montagem do experimento no laboratório

foi necessário à incubação dos solos em BOD(s), acondicionando 800g de solo em cada tubo de PVC (cloreto de polivinil) com um volume total de 1298,2 cm<sup>3</sup>. Estes recipientes foram fixados em uma base isopor devidamente isolados para manter a umidade dos solos.

Em todos os cilindros foram adicionados 17 g de palhada de cana-de-açúcar (equivalente a 20 Mg de palhada ha<sup>-1</sup>), incorporando ao solo nos seus devidos tratamentos e nos demais manteve na superfície. Para os tratamentos com a dose de nitrogênio adicionou e incorporou 0,2 g de ureia que corresponde há recomendação de 120 Kg N ha<sup>-1</sup>. Após a montagem, os conjuntos foram direcionados as três diferentes temperaturas nas BOD(s) que manteve a quantidade de água através da diferença do peso do conjunto, durante 80 dias que mantiveram incubados.

### Variáveis analisada e análise estatística

Após o período de incubação avaliou a disponibilidade no solo de potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ), utilizando as metodologias proposta por Tedesco et al. (1995).

Com a obtenção dos resultados submeteu-os aos testes de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade, com posterior análise estatística pelo teste "F", que foi significativo e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os resultados com o K<sup>+</sup>, verificou uma interação dupla significativa entre a temperatura e o manejo da palhada (P<0,05), constatando que quando a palhada foi incorporada ao solo a disponibilidade de K<sup>+</sup> foi acrescido com 68,43% quando comparado com a palhada na superfície do solo (1,96 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

No entanto, na temperatura de 30° não foi possível constatar uma diferença significativa entre os manejos da palhada (**Figura 1**).

Comparando a quantidade de K<sup>+</sup> existente na palhada inicialmente, **tabela 1**, foi possível identificar uma mineralização de 79,59% e 54,24%, respectivamente com o manejo da palhada incorporado e superficial ao final do experimento.

Altas quantidade na mineralização do K<sup>+</sup> também foram obtidos por Oliveira et al. (1999a) e Oliveira et al. (1999b), que constaram uma mineralização de 93% do K<sup>+</sup> inicialmente existente na palhada em manejo superficial em um ano de cultivo.

Observando a relação com as temperaturas verificou-se que o manejo da palhada incorporada ao solo, na temperatura de 20°C foi possível constatar maior incremento de K<sup>+</sup> ao solo, (3,97 cmolc dm<sup>3</sup>) e obtendo um respectivo acréscimo de 21,19% e 48,44%, comparando-o com as temperaturas de 25 e 30°C.

Contudo, quando a palhada manteve-se na superfície do solo não foi possível constatar um diferença significativa (**Figura 1**).

De acordo com, Malavolta et al. (1989), esta rápida ciclagem do K<sup>+</sup> deve-se ao fato que este elemento não fazer parte de nenhuma estrutura da planta e ter a sua essencialidade relacionada a sua forma iônica o que facilita a sua translocação para o solo após o rompimento da membrana.

Para os teores de cálcio (Ca<sup>+2</sup>) e magnésio (Mg<sup>+2</sup>) não foi possível encontrar diferença significativa em relação aos tratamentos. Contudo, constatou um acréscimo de 4,3%; 38,46% e 15,82%, respectivamente, destes nutrientes quando comparados com o já existente no solo (**Tabela 2**).

**Tabela 2** – Teores de Cálcio (Ca<sup>+2</sup>) e magnésio (Mg<sup>+2</sup>) nos solos com palhada de cana-de-açúcar manejada superficial e incorporada em diferentes dose de nitrogênio (120 Kg N ha<sup>-1</sup> e 0 Kg N ha<sup>-1</sup>), incubados por 80 dias em três temperaturas distintas (20, 25 e 30°C).

Palhada *	Ca <sup>+2</sup>		Mg <sup>+2</sup>	
	(-)	(+)	(-)	(+)
Temperatura de 20°C				
Sup	2,01	2,04	0,47	0,56
Inc	2,29	2,08	0,72	0,75
Temperatura de 25°C				
Sup	2,08	2,03	0,52	0,55
Inc	2,01	2,03	0,62	0,63
Temperatura de 30°C				
Sup	2,14	2,16	0,53	0,54
Inc	2,14	2,17	0,67	0,65

Na tabela, o manejo da palhada superficial (Sup) e incorporado (Inc). Enquanto para a adubação nitrogenada (+) representa a dose de 120Kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto (-) a dose de 0Kg.ha<sup>-1</sup>. Representado os teores de magnésio (Mg<sup>+2</sup>), cálcio (Ca<sup>+2</sup>) e fósforo. \* As variáveis não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey (P>0,05).

Acredita-se que esta baixa quantidade disponibilizada inicialmente (80 dias após a incubação dos solos) está relacionada à função destes elementos na planta, pois encontram-se ligados a compostos iônicos e moleculares. De acordo, com Oliveira et al. (1999a), a decomposição e liberação de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> para os solos da palhada de cana-de-açúcar em um ciclo da cultura é cerca de 44% e 39%, respectivamente destes nutrientes.

Em campo após cinco anos de cultivos em sistema de cana crua com a deposição da palhada superficial no solo, os teores de Mg<sup>+2</sup> nos solos tendem a aumentar com o tempo. Possuindo um maior acréscimo quando comparado com o manejo da palhada da cana-de-açúcar queimada (Mendonza et al., 2000).

## CONCLUSÕES

A palhada de cana-de-açúcar quando incorporado ao solo proporciona um acréscimo de potássio ao solo. Em ambientes com a temperatura de 30°C, verifica um acréscimo disponibilidade do potássio. Para os teores de cálcio e magnésio não foram possíveis identificar diferenças significativas entre os tratamentos.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio e incentivo a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AUDE, M.I.S.; MARCHEZAN, P.L.; DARIVA, T.; PIGNATARO, L.H.B. Manejo do palhicho da cana-de-açúcar: efeito na produção de colmos industrializáveis e outras características agrônomicas. *Ciência Rural*, 23: 281-286, 1993.

BLACK, C.A. *Methods of Soil Analysis: Part 2 – Chemical and Microbiological Properties*. Madison: American Society of Agronomy, 1965, 1159p.

CAMPOS, D.C. Potencialidade do sistema de colheita sem queima da cana-de-açúcar para o sequestro de carbono. 117f, Tese de doutorado (doutor e agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Piracicaba/SP, 2003.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento de média intensidade e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro: EMBRAPASNLCS/EPAMIG-DRNR, Boletim de Pesquisa, 11982. 526p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

MENDONZA, H.N.S.; LIMA, E.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, L.A.; CEDDIA, M. B.; ANTUNES, M.V. M. Propriedades Químicas e Biológicas de solo de tabuleiro cultivado com

cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 24: 201 – 207, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

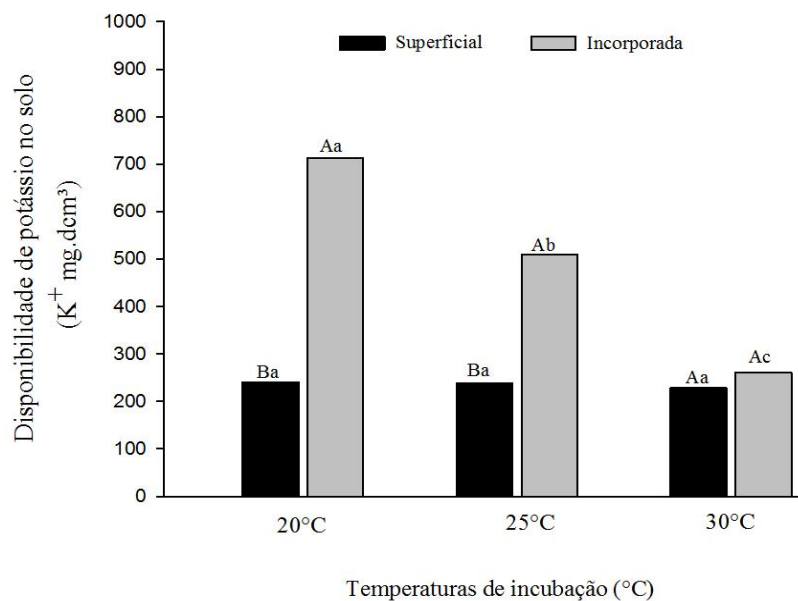
OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, P.C.O.; PENATTI, C.P.; PICCOLO, M.C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. Pesquisa Agropecuária brasileira, 34: 2359-2362, 1999a.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P. Degradação da palhada de cana-de-açúcar. Scientia Agrícola, Piracicaba, 56: 803-809, 1999b.

TEDESCO, M.J., H. BOHNEM, C. GIANELLO, C.A. BISSANI, AND S.J. VOLKWEISS. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TRIVELIN, P.C.O.; VICTORIA, R.L; RODRIGUÊS, J.C.S. Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônia-15N e uréia-15N aplicado ao solo em complemento à vinhaça. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 30: 1375-1385, 1995.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C., PENATTI, C. P.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; FRANCO, H. C. J. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual e do sistema radicular. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42: 249-256, 2007.



**Figura1.** Disponibilidade de potássio (K<sup>+</sup> mg.dm<sup>-3</sup>) no solo após a incubação da palhada da cana-de-açúcar nos manejos incorporado ou superfície e em três temperaturas 20, 25 e 30° C. As barras com erro representam o desvio padrão da média. Barras identificadas com letras distintas maiúsculas (manejo da palhada) e minúscula (temperatura), diferem entre si