

Micronutrientes em solos cultivados com cana de açúcar em sistema plantio direto por diferentes períodos ⁽¹⁾.

**José Ricardo Pupo Gonçalves ⁽²⁾; Nilza Patrícia Ramos ⁽³⁾; Heloísa Ferreira Filizola ⁽³⁾,
Cristiano Alberto de Andrade ⁽³⁾, Ana Paula Contador Packer ⁽³⁾, Henrique Barros Vieira ⁽⁴⁾.**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa – Projeto Qualicana com apoio da Usina Açucareira Guaíra.

⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, jrpuo@hotmail.com; ⁽³⁾ Pesquisador Embrapa Meio Ambiente; ⁽⁴⁾ Técnico Embrapa Meio Ambiente.

RESUMO: O sistema plantio direto e colheita de sem uso do fogo tem modificado o manejo da fertilidade da cultura da cana-de-açúcar. O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de micronutrientes, enxofre e sódio de cinco áreas cultivadas com cana-de-açúcar em sistema plantio direto por diferentes períodos em dois ambientes de produção. Amostras de solo foram coletadas em seis profundidades e realizadas análises químicas para determinação dos elementos B, Cu, Fe, Zn, S e Na. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram encontradas diferenças nas seis profundidades para todos os elementos avaliados. Na camada 0-20cm, os teores de boro e zinco estavam baixos em todas as áreas. Em contrapartida, os teores de Cu estavam altos em todas as áreas e os teores de manganês e ferro variaram de médio a alto. Os teores de boro foram, em geral, maiores nas áreas mais novas até 40 cm de profundidade. Em relação a Cu, Fe, Mn e Zn não verificou-se uma tendência definida em função dos anos de cultivo.

INTRODUÇÃO

A alta produção de cana-de-açúcar e o crescimento do setor a partir da década de 70, foram alguns dos fatores que contribuíram para a expansão e melhoria da produção no Brasil. Essa expansão ocorreu em áreas tradicionais e não tradicionais de cultivo. Muitas indústrias foram montadas em regiões de solos com baixa fertilidade, nos quais, além da necessidade de calagem, adubação com macronutrientes e rotação de culturas, observa-se baixos teores de micronutrientes (Vazquez & Sanches, 2010). Os micronutrientes B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn são elementos essenciais para o crescimento das plantas, mas requeridos em quantidades menores que os macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S (Abreu et al., 2007). No Brasil, os micronutrientes que podem apresentar as maiores limitações para a produtividade de cana-de-açúcar são boro, cobre, zinco, manganês e molibdênio (Mellis et al., 2010). A carência de micronutrientes leva a reduções na produtividade e até a morte de plantas, já que estas são consequências naturais

advindas de desarranjos nos processos metabólicos e as quantidades necessárias são relativamente baixas quando comparadas com a extração de macronutrientes, porém desempenham fundamental importância no desenvolvimento da cultura. Já o excesso ou teores altos de micronutrientes no solo podem causar toxidez às plantas (Benett et al., 2011). A caracterização das deficiências ou excessos de micronutrientes pode ser feita mediante uso de alguns procedimentos de diagnoses, com destaque para análise de solos e plantas. O interesse pela análise de micronutrientes em solos tem aumentado a cada ano, principalmente pelo aparecimento crescente de deficiências desses nutrientes em culturas (Abreu et al., 2007). De cada 100 reais contabilizados como custo operacional de produção de cana, mais de 20 reais são atribuídos aos insumos agrícolas e, 70% do gasto com insumos, são destinados aos fertilizantes. Portanto, conhecer as exigências minerais que cada cultivar necessita, é de suma importância, para diminuir custos na implantação e condução da lavoura, como forma de evitar problemas advindos de uma aplicação de fertilizantes em excesso (Tasso Junior et al., 2011). A absorção de micronutrientes pela cana-de-açúcar é influenciada por diversos fatores, destacando-se a idade da planta, o tipo de solo e a variedade considerada (Bennett et al., 2012a). No estado de São Paulo, não é comum a ocorrência de problemas relacionados à deficiência de micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar, mas a cana-de-açúcar pode apresentar a chamada “fome oculta”, situação em que não aparecem os sintomas de deficiência, mas os teores presentes são insuficientes a ponto de levarem a uma redução da produtividade (Bennett et al., 2012b). O presente trabalho teve por objetivo avaliar micronutrientes em solos cultivados com cana de açúcar em sistema plantio direto por diferentes períodos em dois ambientes de produção no Município de Guaíra-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas objeto do estudo pertencem à Usina Guaíra, localizada no Município de Guaíra-SP nas coordenadas 20°25'W 48°11'S e altitude de 510m. O clima da região é do tipo clima Aw, tropical com

chuvas de verão, e a precipitação pluviométrica média anual é de 1.402 mm. As áreas são cultivadas com a cana-de-açúcar RB 855453 e foram classificadas em ambiente de produção C segundo Prado et al. (2010). As características das áreas encontram-se descritas na **tabela 1**.

Tabela 1 – Identificação das áreas, classificação dos solos, tempo de cultivo e produtividade da última colheita em dois ambientes de produção.

Área	Solo ⁽¹⁾	Anos de cultivo	Última Colheita
			(t ha ⁻¹)
----- Ambiente C -----			
1- Rosário GIII	LV w	1	148
2- Primavera	LV w	3	87
3- Barreiro	LA w	3	70
4- Santa Clara I	LV w	5	74
5- Olhos D' água	LV w	8	78

⁽¹⁾ LA=Latossolo Amarelo; LV=Latossolo Vermelho; "w" indica caráter ácrico.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e 4 repetições. As amostras de solo foram coletadas em seis profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 e 0-20cm), utilizando-se 10 amostras simples para formar uma composta, onde foram determinados os micronutrientes Fe, Cu, B, Zn e além de Na e S. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise encontram-se na tabelas 2. Foram verificadas diferenças nas seis profundidades para todos os elementos avaliados. Na camada 0-20cm, os teores de boro e zinco estavam baixos em todas as áreas, segundo os limites de interpretação dos teores de micronutrientes dos solos de Raij et al. (1996). Por outro lado, os teores de cobre e enxofre estavam altos em todas as áreas e os teores manganês e ferro variaram de médio a alto. Neste ambiente de produção, os teores de boro foram, em geral, maiores nas áreas mais novas até 40 cm de profundidade. Em relação a S, Na, Cu, Fe, Mn e Zn não verificou-se uma tendência definida em função dos anos de cultivo. De acordo com Dechen et al. (2006), vários fatores podem afetar a disponibilidade e absorção dos micronutrientes, tais como, pH do solo, quantidade de matéria orgânica, textura, atividade microbiana, drenagem etc. Barros et al. (2010) destacam que, aliado a isto, há resíduos e fertilizantes que são aplicados alterando as condições químicas do solo e, dentre os resíduos gerados pela indústria sucroalcooleira, a vinhaça é o mais importante, devido ao grande volume

produzido e a elevada concentração de nutrientes. Em trabalho conduzido com cana com aplicação de vinhaça por 10 anos, estes autores verificaram aumento de macronutrientes no perfil do solo, mas com redução na disponibilidade de micronutrientes. Almeida Júnior et al. (2010) destacam outro resíduo muito utilizado e gerado em grande volume (30 a 40 kg por tonelada de cana moída) que é a torta de filtro. Este resíduo também altera a composição química do solo por apresentar um percentual considerável de matéria orgânica e de elementos essenciais às plantas podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais. Os efeitos verificados podem estar relacionados à aplicação diferenciada de gesso, vinhaça e torta de filtro que foram realizadas em algumas áreas. Atualmente, as informações sobre o efeito dos micronutrientes em cana-de-açúcar ainda são escassas. É importante investir em estudos relacionados à resposta da cana-de-açúcar a fontes e doses de micronutrientes, principalmente em solos de baixa fertilidade e em áreas onde estão sendo cultivadas variedades mais novas com maior potencial genético de produtividade (Mellis et al., 2010).

CONCLUSÕES

Os solos cultivados com cana-de-açúcar em plantio direto por diferentes períodos apresentam diferenças nos teores de micronutrientes nas diferentes camadas do solo.

Mais estudos abordando o uso de resíduos da indústria canavieira e a disponibilidade de micronutrientes no solo em sistema plantio direto devem ser realizados.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Usina Açucareira Guaíra pelo apoio e disponibilidade das áreas, máquinas e recursos humanos para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A., LOPES, A. S., GABRIELLI, G. C. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F., ALVAREZ V., V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L., CANTARUTTI, R. B., NEVES, J. C. eds. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.
- ALMEIDA JÚNIOR, A. B., NASCIMENTO, C. W. A., SOBRAL, M. F., SILVA, F. B. V., GOMES, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental: 15, 1004–1013, 2011.



BARROS, R. P., VIÉGAS, P. R. A., SILVA, T. L., SOUZA, R. M., BARBOSA, L., VIÉGAS, R. A., BARRETTO, M. C. V., MELO, A. S. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. *Pesquisa Agropecuária Tropical*: 40, 341-346, 2010.

BENETT, C. G. S., BUZETTI, S., SILVA, K. S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., GARCIA, C. M. P. Produtividade e desenvolvimento da cana-planta e soca em função de doses e fontes de manganês. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*: 35, 1661 -1668, 2011.

BENETT, C. G. S., BUZETTI, S., SILVA, K. S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., GARCIA, C. M. P., ANDREOTTI, M. Fontes e doses de manganês no acúmulo de nutrientes na palhada em cana-de-açúcar. *Bioscience Journal*: 28, suplement 1, 8-16, 2012a.

BENETT, C. G. S., BUZETTI, S., SILVA, K. S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., PARIZ, C. M., MAEDA, A. S., GARCIA, C. M. P. Qualidade e produtividade da cana planta e cana soca em função de doses e fontes de manganês. *Bioscience Journal*: 28, 198-205, 2012b.

DECHEN, A. R., NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. ed. *Nutrição Mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.327-354.

MELLIS, E. V., QUAGGIO, J. A., CANTARELLA, H. Micronutrientes. In: DINARDO-MIRANDA, L. L., VASCONCELOS, A. C. M., LANDELL, M. G. A. eds. *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2010. p.331-337.

PRADO, H., PÁDUA JÚNIOR, A. L., GARCIA, J. C., MORAES, J. F. L., CARVALHO, J. P., DONZELI, P. L. Solos e ambientes de produção. In: DINARDO-MIRANDA, L. L., VASCONCELOS, A. C. M., LANDELL, M. G. A. eds. *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2010. p. 179-204.

RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. eds. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

TASSO JÚNIOR, L. C., SILVA NETO, H. F., SILVA, J. D. R., MARQUES, M. O., CAMILOTTI, F. Acúmulo de micronutrientes em colmos e palhada de cinco cultivares de cana-de-açúcar de ciclo precoce. *Nucleus*: 8, 375-384, 2011.

VAZQUEZ, G. H., SANCHES, A. C. Formas de aplicação de micronutrientes na cultura da cana-de-açúcar. *Nucleus*: 7, 267-276, 2010.

Tabela 2 - Resultados da análise de enxofre, sódio, boro, cobre, ferro, manganês e zinco e do teste de médias dos solos do Ambiente C - Usina Açucareira Guairá, 2012.

	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg dm ⁻³						
----- Profundidade 0-5 cm -----							
1	17 ab	4 ab	0,16 b	4,7 a	18 a	23,6 c	0,8 b
2	21 ab	3 b	0,25 a	2,3 c	12 bc	15,3 c	0,6 b
3	18 ab	4 ab	0,15 b	2,8 bc	9 c	16,3 c	2,0 a
4	23 a	3 b	0,07 c	3,5 b	12 bc	42,5 a	1,5 a
5	14 b	6 a	0,15 b	5,1 a	16 ab	34,0 b	1,8 a
CV(%)	16,65	33,58	24,37	10,40	15,39	14,04	21,51
DMS	7,09	3,14	0,08	0,86	4,68	8,33	0,64
----- Profundidade 5-10 cm -----							
1	17 a	2 bc	0,11 b	4,4 a	19 ab	14,9 c	0,7 bc
2	16 a	1 c	0,30 a	2,2 c	18 ab	13,4 c	0,4 c
3	10 b	3 b	0,11 b	2,9 b	9 c	12,6 c	1,4 ab
4	19 a	1 c	0,13 b	3,8 a	23 a	39,6 a	1,2 abc
5	11 b	6 a	0,13 b	4,4 a	15 b	22,8 b	1,9 a
CV(%)	13,72	32,11	32,22	8,07	15,08	12,94	36,81
DMS	4,54	2,03	0,11	0,65	5,69	6,03	0,93
----- Profundidade 10-20 cm -----							
1	14 ab	4 ns	0,17 ab	4,3 a	18 ab	15,7 b	0,5 b
2	13 ab	2 ns	0,20 a	2,1 b	15 abc	10,8 b	0,5 b
3	11 b	2 ns	0,09 c	2,9 ab	9 c	10,5 b	1,6 a
4	17 a	3 ns	0,13 bc	3,2 ab	18 a	31,1 a	0,8 b
5	12 ab	4 ns	0,12 bc	3,7 a	12 ab	14,9 b	0,9 b
CV(%)	16,05	52,01	20,16	20,14	18,13	24,06	24,52
DMS	4,92	3,63	0,65	1,47	5,85	9,02	0,48
----- Profundidade 20-40 cm -----							
1	28 a	5 a	0,16 ab	3,8 a	17 a	10,3 ab	0,3 b
2	24 ab	3 a	0,21 a	1,7 c	14 bc	7,3 b	0,3 b
3	13 c	4 a	0,11 b	2,4 b	7 c	7,7 b	0,8 b
4	20 bc	3 a	0,11 b	2,2 bc	16 a	13,2 a	0,6 b
5	23 ab	4 a	0,12 b	2,6 b	10 bc	9,8 ab	1,6 a
CV(%)	13,83	26,93	24,80	9,51	17,31	16,47	29,86
DMS	6,75	2,34	0,08	0,55	5,05	3,59	0,48
----- Profundidade 40-60 cm -----							
1	70 a	2 b	0,10 bc	2,7 a	15 a	6,1 ab	0,2 c
2	22 c	2 b	0,14 ab	1,1 d	16 a	3,2 c	0,3 bc
3	19 c	4 a	0,10 bc	1,6 bc	12 ab	5,3 b	0,6 abc
4	24 c	2 b	0,07 c	1,3 cd	8 b	7,0 a	0,9 a
5	43 b	4 a	0,16 a	1,9 b	13 a	6,5 ab	0,7 ab
CV(%)	10,31	29,00	22,95	10,11	15,43	11,05	4,26
DMS	8,35	1,86	0,06	0,39	4,37	1,40	0,50
----- Profundidade 0-20 cm -----							
1	16 b	9 a	0,10 b	4,0 a	14 ab	13,3 bc	0,5 a
2	18 ab	6 ab	0,11 b	2,0 d	11 bc	9,5 c	0,2 c
3	14 b	4 b	0,11 b	3,3 b	17 a	10,9 c	0,3 bc
4	22 a	6 ab	0,11 b	2,7 c	10 c	18,4 a	0,5 a
5	13 b	5 b	0,19 a	4,2 a	17 a	17,1 ab	0,3 bc
CV(%)	12,64	31,28	27,36	7,55	12,01	13,88	19,53
DMS	4,81	4,30	0,08	0,56	3,77	4,33	0,16

* Áreas: 1= Rosário GIII (1 ano de cultivo), 2= Primavera (3 anos de cultivo), 3= Barreiro (3 anos de cultivo), 4= Santa Clara (5 anos de cultivo), 5= Olhos D'água (8 anos de cultivo).