

Fertilidade de 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, jrpupe@hotmail.com; ⁽³⁾ Pesquisador Embrapa Meio Ambiente; ⁽⁴⁾ Técnico Embrapa Meio Ambiente.

RESUMO: O sistema plantio direto para cana-de-açúcar tem alterado diversos aspectos no manejo da cultura devido ao não revolvimento do solo e à manutenção da palha em superfície. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade do solo de cinco áreas cultivadas com cana-de-açúcar em sistema plantio direto por diferentes períodos em solo ácrico. Amostras de solo foram coletadas em seis profundidades e realizadas análises químicas para determinação de pH, matéria orgânica, fósforo, cálcio, magnésio, potássio, Al^{3+} , H+Al, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). 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 principalmente nas camadas mais superficiais. Na camada 0-20 cm, os teores de M.O., P, Ca, SB, CTC e V% foram maiores na área mais nova (um ano). Os resultados indicam que a queda de produtividade que leva à reforma dos canaviais está diretamente vinculada às alterações na fertilidade do solo devido ao aumento da acidez do solo e diminuição de cálcio, magnésio, SB, CTC e V%.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto é uma das mais eficientes estratégias para a melhoria da qualidade e do potencial produtivo do solo agrícola, visto que este sistema envolve o uso de técnicas para produzir preservando a qualidade ambiental, fundamentando-se na ausência de preparo do solo e na presença de cobertura permanente sobre o terreno (Bottega et al., 2013). Levando-se em consideração que o papel fundamental das operações de preparo do solo é criar condições ideais para o desenvolvimento das raízes e, por conseguinte, maiores produções, em cana-de-açúcar, este manejo inicial pode influenciar profundamente a produção entre os cortes consecutivos, quando as operações de preparo não são conduzidas com tecnologia adequada para cada tipo de solo (Tavares & Zonta, 2010). A adoção de certas práticas de manejo neste sistema, como ausência de revolvimento do solo, adubações em superfície ou nas linhas de plantio, bem como o acúmulo superficial dos resíduos das culturas

usadas em sucessão e/ou rotação ao longo dos anos alteram a variabilidade dos atributos químicos do solo (Dalchiavon et al., 2012). Aliado a isto, a colheita da cana-de-açúcar sem a realização de sua queima prévia, embora apresente muitas vantagens agrônômicas, proporciona menor longevidade dos canaviais e aumenta sobremaneira o custo com preparo de solo por ocasião da renovação em função da grande quantidade de resíduos presentes na superfície. A renovação dos canaviais é importante para manter elevada a média de produtividade agrícola de uma usina e é realizada em média após cinco cortes (Soares et al., 2011). A colheita de cana crua deixa sobre o solo uma quantidade considerável de resíduos vegetais, de 10 a 30 Mg ha⁻¹ de massa de matéria seca. A manutenção da palhada sem queima traz uma série de vantagens ao sistema solo-planta e varia em função da cultivar, da produtividade, da época de corte, dentre outros (Vitti et al., 2011). Com a expansão do setor sucroalcooleiro, tanto os solos com poucas limitações como aqueles que apresentam riscos permanentes ao cultivo intensivo tiveram sua vegetação nativa removida e foram incorporados ao processo produtivo (Severiano, 2009). Considerando que a maior expansão da cultura ocorreu em solos de baixa fertilidade natural, com uso de fogo para colheita, é de se esperar um declínio natural do potencial produtivo desses solos, principalmente pela diminuição no teor de carbono orgânico promovida pelo vigoroso revolvimento do solo no plantio e pela queima da palhada. Desta forma, a intensidade do revolvimento do solo e da incorporação dos resíduos culturais irá promover modificações nos teores de matéria orgânica (MO), na capacidade de troca de cátions (CTC), no pH, na dinâmica dos íons e na agregação do solo e ajustes no manejo das culturas e nas recomendações de adubação e calagem podem ser necessárias (Falleiro, 2003). O presente trabalho teve por objetivo avaliar a fertilidade de 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 segundo Prado et al. (2010) em ambiente de produção C. 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)
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 5 tratamentos e uso de 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 pH, matéria orgânica, fósforo, cálcio e magnésio trocáveis, potássio, Al³⁺, H+Al, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). 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 química do solo e dos testes de médias verificados nas seis profundidades encontram-se na **tabelas 2**.

Na camada 0-20cm, o teste F da análise da variância foi significativo para todas as variáveis, exceto para Al³⁺. A M.O., P, Ca, SB, CTC e V% foram maiores na área mais nova (1 ano) e, nas camadas mais superficiais (0-5 e 5-10cm), esta área também apresentou os maiores valores de P, Ca e SB. Na camada 10-20cm, esta área apresentou maiores valores de M.O., P e Ca.. De acordo com Rosseto et al. (2010), solos com alta fertilidade suportam um maior número de cortes entre os ciclos de reforma do canavial, de maneira que a

produtividade ao longo dos anos ainda se mantém econômica. Com a melhoria da fertilidade do solo, induz-se a maior longevidade do canavial. Segundo Quaggio & Van Raij (2010), a cana é uma planta tolerante às condições de acidez dos solo e com respostas modestas à calagem, quando comparada a outras gramíneas, mas apesar destas características, a correção da acidez do solo torna-se indispensável para garantir produtividade e longevidade das soqueiras. Neste sentido, o efeito acidificante dos fertilizantes empregados nas culturas devem ser monitorados e a acidez corrigida pela calagem, quando a saturação por bases na camada 0-20cm nas soqueiras for inferior a 40%. Segundo Oliveira et al. (2012), a calagem e a gessagem realizadas nas rebrotas, geralmente no terceiro corte, têm contribuído para prolongar a vida útil do canavial e estabilizar a produção. Os fertilizantes químicos utilizados nas adubações acidificam o solo, solubilizando os elementos tóxicos para a planta, especialmente o alumínio. A calagem e a gessagem, ao neutralizarem esses elementos tóxicos, permitem maior eficiência de utilização dos nutrientes pela cultura, tanto os existentes no solo, quanto os adicionados pela adubação. Na camada 20-40cm, os teores de M.O., P, Ca e CTC, também foram maiores na área com menor tempo de cultivo (um ano). No caso do P, segundo Rosseto et al., (2010) a eficiência da utilização do fósforo do fertilizante é baixa e as doses de P aplicadas são bem maiores que as quantidades exportadas e um dos fatores responsáveis pela diminuição deste elemento são os altos teores de óxidos de ferro e alumínio que promovem sua fixação. Na maior profundidade avaliada (40-60cm), não foram verificadas diferenças em função tempo de cultivo para P e Al³⁺. Este comportamento pode ser explicado pelas características dos solos ácricos que, segundo Alleoni & Camargo, (1994) apresentam uma microagregação muito forte oriunda de intenso processo de floculação e cimentação das partículas primárias, influenciando significativamente atributos químicos-físicos do solo.

CONCLUSÕES

As áreas com menor tempo de cultivo apresentam, de maneira geral, maiores valores de pH, P, Ca, Mg, SB, CTC e V%, principalmente nas camadas superficiais (até 20cm).

A queda de produtividade que leva à reforma dos canaviais pode estar relacionada ao aumento da acidez do solo e diminuição dos teores de fósforo, cálcio, SB, CTC, V%.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ALLEONI, L. R. F., CAMARGO, O. A. Atributos físicos de Latossolos ácidos do Norte paulista. *Scientia Agricola*, 51: 321-326, 1994.

BOTTEGA, E.L., QUEIROZ, D.M., PINTO, F. A.C.; SOUZA, C.M.A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. *Revista Ciência Agronômica*, 44: 1-9, 2013.

DALCHIAVON, F.C., CARVALHO, M.P., ANDREOTTI, M., MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto. *Revista Ciência Agronômica*, 43: 453-461, 2012.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, S., SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:1097-1104, 2003.

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.

QUAGGIO, J. A., VAN RAIJ, B. Calcio, Magnésio e correção da acidez do solo. 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.

ROSSETO, R., DIAS, F. L. F. D., VITTI, A. C., PRADO JÚNIOR, J. P. Q. Fósforo. In: DINARDO-MIRANDA, L. L., VASCONCELOS, A. C. M., LANDELL, M. G. A. eds. *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2010. p. 271-312.

SEVERIANO, E. C., OLIVEIRA, G. C., CURTI, N., DIAS JÚNIOR, M. S. Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia (GO). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:159-168, 2009.

SOARES, M. B. B., FINOTO, E. L., BOLONHEZI, D., CARREGA, W. C., ALBUQUERQUE, J. A. A., PIROTTA, M. Z. Fitossociologia de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo em áreas de reforma de cana crua. *Revista Agro@ambiente On-line*, 5:173-181, 2011.

TAVARES, O.C.H., LIMA, E., ZONTA, E. Crescimento e produtividade da cana planta cultivada em diferentes

sistemas de preparo do solo e de colheita. *Acta Scientiarum Agronomy*, 32: 61-68, 2010.

VITTI, A. C., FRANCO, H. C. J., TRIVELIN, P. C. O., FERREIRA, D. A., OTTO, R., FORTES, C. FARONI, C.E. Nitrogênio proveniente da adubação nitrogenada e de resíduos culturais na nutrição da cana-planta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:287-293, 2011.

Tabela 2 - Análise química e resultados do teste de médias dos solos do Ambiente C - Usina Açucareira Guaira 2012

ÁREAS*	pH Ca Cl ₂	M.O. g dm ⁻³	P res mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³ TFSA	Al ³⁺	SB	CTC	V% (%)
Profundidade 0-5 cm											
1	6,2 a	58 a	118 a	6,7 ab	98 a	10 c	20 d	0,0 b	115,5 a	135,2 a	85,2 a
2	5,3 c	39 b	34 b	3,1 c	47 b	14 b	30 ab	0,7 ab	64,6 b	94,9 b	67,8 c
3	5,7 b	41 b	20 bc	5,9 ab	53 b	21 a	24 cd	0,0 b	80,9 b	104,4 b	77,3 b
4	5,2 c	39 b	16 c	5,2 c	48 b	17 b	26 bc	1,2 a	70,2 b	96,7 b	72,5 bc
5	5,3 c	55 a	15 c	9,7 a	53 b	21 a	32 a	0,7 ab	83,7 b	115,8 ab	72,3 bc
CV(%)	2,69	6,23	16,16	30,25	11,78	9,69	8,06	76,06	10,80 b	8,49	3,29
DMS	0,34	6,52	14,81	4,19	15,96	3,66	4,79	0,94	20,20	20,92	5,56
Profundidade 5-10 cm											
1	6,1 a	54 a	78 a	4,9 b	91 a	9 c	23 bc	0,2 ns	105,4 a	128,9 a	81,7 a
2	5,3 b	36 b	17 b	1,6 c	47 b	11 bc	29 ab	0,2 ns	60,6 b	89,4 b	67,6 cd
3	5,9 a	36 b	14 b	1,8 c	45 b	20 a	21 c	0,5 ns	67,3 b	88,5 b	75,8 ab
4	5,3 b	29 c	15 b	3,0 c	49 b	16 ab	27 b	0,7 ns	68,3 b	95,5 b	71,3 bc
5	5,3 b	40 b	18 b	7,5 a	37 b	15 ab	34 a	1,0 ns	59,5 b	93,8 b	63,5 d
CV(%)	2,85	4,82	17,46	19,08	11,64	17,59	9,05	72,35	11,26	8,18	4,53
DMS	0,36	4,25	11,24	1,63	14,21	5,67	5,51	0,90	18,33	18,31	7,35
Profundidade 10-20 cm											
1	6,1 a	46 a	48 a	3,1 b	72 a	9 b	24 b	0,0 ns	84,1 a	108,6 a	77,4 a
2	5,4 bc	34 b	18 b	0,8 c	50 b	13 b	31 a	0,2 ns	63,3 bc	94,6 ab	66,6 b
3	5,9 ab	35 b	9 b	1,0 c	51 b	20 a	23 b	0,0 ns	72,5 ab	95,6 ab	75,7 a
4	5,4 bc	33 b	15 b	2,9 b	42 bc	11 b	25 b	0,5 ns	56,9 bc	81,9 b	69,4 ab
5	5,1 c	34 b	15 b	6,0 a	29 c	9 b	34 a	0,7 ns	44,1 c	78,3 b	56,1 c
CV(%)	4,12	7,48	21,51	21,39	13,56	21,15	8,93	145,93	13,72	9,93	5,19
DMS	0,52	6,18	10,21	1,34	14,97	5,91	5,56	0,99	19,85	20,54	8,07
Profundidade 20-40 cm											
1	5,9 a	41 a	33 a	3,7 a	60 a	9 b	23 b	0,2 ns	73,2 a	96,7 a	75,3 a
2	5,0 c	30 bc	11 b	0,8 b	28 bc	7 b	29 a	0,5 ns	36,1 c	65,6 c	54,9 b
3	5,7 ab	33 b	14 b	1,4 b	40 b	15 a	23 b	0,0 ns	57,2 ab	80,1 b	71,1 a
4	5,5 b	26 c	11 b	1,4 b	39 b	15 a	23 b	0,5 ns	55,9 b	79,4 b	70,0 a
5	5,2 c	29 c	14 b	3,4 a	23 c	6 b	32 a	0,8 ns	32,9 c	65,4 c	50,3 b
CV(%)	2,09	5,01	30,07	27,07	17,48	13,77	9,20	127,07	14,88	7,64	6,54
DMS	0,26	3,59	11,36	1,32	15,07	3,30	5,48	1,15	17,12	13,35	9,48
Profundidade 0-20cm											
1	6,1 a	46 a	65 a	4,10 a	79 a	9 bc	21 d	0,0 ns	92 a	112,8 a	81,1 a
2	5,1 bc	31 cd	15 b	1,45 c	34 b	7 c	37 b	0,0 ns	42 c	79,4 b	53,4 c
3	5,9 a	32 c	12 b	1,38 c	45 b	16 a	23 d	0,0 ns	62 b	84,6 b	73,2 b
4	5,4 b	27 d	15 b	2,35 bc	43 b	12 b	29 c	0,0 ns	57 bc	85,6 b	65,9 b
5	5,0 c	37 b	17 b	5,52 ab	31 b	10 bc	44 a	0,2 ns	44 c	88,3 b	49,6 c
CV(%)	3,12	6,09	13,71	24,01	14,19	12,98	8,40	447,21	12,86	7,34	5,31
DMS	0,39	4,76	7,65	1,39	14,79	3,09	5,84	0,50	17,21	14,92	7,74

* 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).