

NOTAS CIENTÍFICAS

Amostragem do solo em área com cana-de-açúcar após aplicação de corretivos⁽¹⁾

Renato de Mello Prado⁽²⁾, Francisco Maximino Fernandes⁽³⁾
e Cassiano Garcia Roque⁽²⁾

Resumo – Este trabalho objetivou avaliar o efeito de dois métodos de amostragem nas propriedades químicas do solo, em área com cana-de-açúcar após tratamentos corretivos de acidez. O primeiro método consistiu na amostragem de solo em 30% dos pontos na posição da linha e 70% na posição da entrelinha (LE). No segundo método, as amostras de solo foram coletadas em 100% dos pontos na posição da entrelinha (E) e da combinação de duas fontes de corretivos, escória e calcário, com níveis de correção do V% para 50, para 75 e para 100, e uma testemunha sem correção. A amostragem do solo pelo método LE superestimou a acidez potencial, enquanto a amostragem do solo na entrelinha apresentou melhor ajuste dos dados para determinação do pH, H + Al, Ca, Mg e V% do solo.

Termos para indexação: *Saccharum officinarum*, análise do solo, propriedades físico-químicas, pH do solo.

Soil sampling after corrective application in area planted with sugarcane

Abstract – This work aimed to evaluate the effect of two methods of sampling, in an area planted with sugarcane, on the chemical soil properties, after acidity corrective treatments. The first method consisted of soil sampling in 30% of the collection points located at the line and 70% between the line (LE). The second method consisted of soil sampling in 100% of the points located at the position between the line (E), and of the combination of two sources of corrective agents, scoria and limestone, in correction levels of V% to 50, to 75 and to 100, in addition to one control without correction. Soil sampling according to the method LE overrated the potential acidity, while the soil sampling between the line showed a better adjustment of data for the determination of pH, H + Al, Ca, Mg and V% of the soil.

Index terms: *Saccharum officinarum*, soil testing, chemico-physical properties, soil pH.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 26 de outubro de 2000.

Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Ilha Solteira, SP. Parcialmente financiado pela Fapesp.

⁽²⁾ Unesp, FCAV, Dep. de Solos e Adubos, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14870-000 Jaboticabal, SP. Bolsista da Fapesp. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br, cgroque@fcav.unesp.br

⁽³⁾ Unesp, FEIS, Dep. de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Caixa Postal 31, CEP 15385-000 Ilha Solteira, SP. E-mail: maximino@agr.feis.unesp.br

São conhecidos os efeitos positivos de corretivos na maioria dos experimentos com a cultura da cana-de-açúcar, seja pela aplicação de calcário (Silva & Casagrande, 1983; Orlando Filho et al., 1990), seja pela aplicação de escória de siderurgia (Anderson et al., 1987; Prado, 2000).

A recomendação dos corretivos baseia-se na análise do solo. Entretanto, a confiabilidade dos resultados obtidos desta análise depende da representatividade da amostra e dos métodos analíticos laboratoriais. A representatividade das amostras de terra é uma das etapas mais críticas para a recomendação de corretivos (Bartz, 1998), haja vista a significativa variabilidade dos solos quanto aos atributos químicos (Cambardella et al., 1994) e pela própria distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar, concentrado no sulco de plantio (Inforzato & Alvarez, 1957). A obtenção de amostras representativas depende de técnicas de amostragem capazes de contornar a heterogeneidade do solo, que se manifesta inclusive em curtas distâncias (Souza, 1992).

Nas culturas fertilizadas em linha, a heterogeneidade do solo quanto à sua fertilidade é maior. Este problema é contornável em culturas anuais por meio de amostragem de terra após a aração e gradagem (Vasconcellos et al., 1982), mas em culturas semiperenes, como por exemplo cana-de-açúcar, não é possível contornar a heterogeneidade do solo mediante aração ou gradagem, especialmente quando a cultura está instalada. Como a cultura atinge, em média, cinco cortes, a reaplicação de corretivos na soqueira é freqüente, demandando um adequado manejo de amostragem de solo para a recomendação dos corretivos.

São escassos os estudos relatados na literatura, a respeito de métodos de amostragem de solo para recomendação de corretivos na cana-de-açúcar. No Brasil, existem métodos de amostragem de solo que consideram o ponto de coleta somente na entrelinha da cultura (Raij et al., 1996), e outros, que recomendam a coleta de amostras de terra em parte na entrelinha (70%) e na linha da cultura (30%) (Malavolta, 1992). Na África do Sul, a recomendação é de coletar 87,5% das amostras na entrelinha e 12,5% na linha da cultura da cana-de-açúcar (Caceres & Ferreira, 1988).

O presente trabalho baseou-se na hipótese de que as amostras de solo coletadas pelo método da entrelinha estariam sujeitas a menor variabilidade das propriedades químicas dos solos, em razão da ausência da concentração de fertilizantes, e em razão, também, da própria atividade radicular nesta região. Este método é comparado aos de amostragem do solo na linha e entrelinha da cultura.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a variabilidade na determinação do valor de pH e os teores de H + Al, Ca e Mg e saturação por bases do solo (V%), em razão dos métodos de amostragem de solo após a aplicação de diferentes níveis e fontes de corretivos, em área cultivada com cana-de-açúcar.

O trabalho de campo foi instalado na Fazenda Nossa Senhora Aparecida, Município de Ituverava, SP. O solo do experimento, classificado segundo Embrapa (1988) como Latossolo Vermelho-Amarelo, apresentou os seguintes resultados na análise química (0-20 cm): matéria orgânica, 24 g dm⁻³; pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ (1:2,5), 4,6; P-resina, 5 mg dm⁻³; K, 0,4 mmolc dm⁻³;

Ca, 8,0 mmol_c dm⁻³; Mg, 5,0 mmol_c dm⁻³; H + Al, 34,0 mmol_c dm⁻³; V, 26%, avaliadas segundo o método descrito por Raij & Quaggio (1983).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x7, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de dois métodos de amostragem de solo: 30% dos pontos coletados na posição da linha e 70% na posição da entrelinha (LE) e 100% dos pontos na posição da entrelinha (E) e de seis combinações de duas fontes de corretivos escória silicatada de siderurgia e calcário calcítico com três níveis de correção: 50,75 e 100% da saturação por bases (V%), e de uma testemunha sem correção. Os resultados da análise química, reatividade e poder de neutralização da escória foram: CaO, 252 g kg⁻¹; MgO, 25 g kg⁻¹; PN, 51,4%; RE, 79,4%; PRNT, 41,0%, e do calcário calcítico foram: CaO, 372 g kg⁻¹; MgO, 27 g kg⁻¹; PN, 87,8%; RE, 73,3%; PRNT, 64,0%.

A aplicação da escória e do calcário foi realizada manualmente, nesta seqüência: metade, aplicada a lanço em toda a área e incorporada ao solo mediante aração com trator de tração 4x4 de 146 c.v. (cavalos-vapor), acoplado com um arado de aiveca, atingindo uma incorporação efetiva de até 20 cm de profundidade, e, a outra metade, aplicada a lanço em toda a área, depois da aração e antes da gradagem com grade 14 x 32".

Cada parcela foi constituída por seis linhas no espaçamento de 1,30 m, com 7,5 m de comprimento, totalizando 58,5 m² de área. A bordadura entre parcelas foi de 2 m. A área útil da parcela ficou constituída pelas quatro linhas centrais, perfazendo 39 m².

A adubação de plantio da cana-de-açúcar (variedade SP 80-1842) foi realizada no sulco com 1.300 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 e 196,3 kg ha⁻¹ de sulfato de magnésio. A adubação de cobertura, realizada aos 42 dias após o plantio, consistiu na aplicação de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 20-0-20, incorporados a 5 cm de profundidade, ao lado da linha.

Aos 330 dias após a incorporação dos corretivos, as amostras de solo foram coletadas aleatoriamente, em cada parcela, em 15 pontos de 0-20 cm de profundidade. No método de amostragem na linha + entrelinha (LE), a coleta de solo foi feita em cinco pontos na linha, e em 10 pontos na entrelinha, ao passo que na entrelinha (E) as amostras foram coletadas em 15 pontos. Nessa ocasião as amostras de solo foram analisadas quimicamente, para determinação de pH em CaCl₂, H + Al, Ca, Mg e cálculo da V%, segundo a metodologia de Raij & Quaggio (1983).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey (P<0,05). Em seguida, foram utilizados modelos estatísticos lineares para relacionar os resultados obtidos pelos dois métodos de amostragem de solo (Little & Hills, 1978).

Não houve diferença entre métodos de amostragem quanto às propriedades químicas do solo, com exceção do teor de H + Al (Tabela 1). A amostragem do solo na posição da linha+entrelinha superestimou o teor de H + Al. Não houve diferença entre as combinações dos fatores estudados, indicando, assim, que os métodos de amostragem foram semelhantes nos diferentes níveis de correção e corretivos.

O aumento do teor de H + Al no método de amostragem LE pode ser atribuído à ação acidificante do adubo (NPK) aplicado no sulco de plantio e

em cobertura (Primavesi, 1990). Além disso, o efeito do sistema radicular da cana-de-açúcar, que se concentra na região do sulco de plantio (Infanzato & Alvarez, 1957), aumenta a atividade radicular nessa região. Segundo Malavolta et al. (1997), a raiz da planta pode modificar o pH da rizosfera diferindo do resto do solo, em mais de duas unidades. Isto pode ocorrer pela excreção líquida de H^+ quando cátions são mais absorvidos que ânions.

O aumento do teor de $H + Al$ no método LE não foi suficiente para alterar significativamente a saturação por bases. Possivelmente, a ausência de efeito dos métodos de amostragem no teor de Ca contribuiu para esse resultado (Tabela 1). No entanto, Silva et al. (1991) observaram incrementos nos teores de Ca e Mg quando a amostragem do solo atingiu 100% dos pontos na linha da cana-de-açúcar em relação à amostragem na entrelinha. Caceres & Ferreira (1988), por sua vez, trabalhando com três classes de solos (Terra Roxa Estruturada, Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Amarelo) cultivados com cana-de-açúcar, observaram que o aumento da proporção de solo coletado na linha, em relação à entrelinha da cultura proporcionou incrementos nos teores de K, P e Mg, nas três classes de solos e nos teores de Ca apenas na Terra Roxa Estruturada. Concluíram que as amostras coletadas (0-25 cm de profundidade) somente na linha da cultura podem gerar erros na recomendação de adubação, portanto não deve ser recomendado. No entanto, as amostras coletadas nas proporções de 75%, 87,5%, 91,7% e 100% dos pontos nas entrelinhas foram semelhantes, na expressão dos resultados da análise química do solo.

Tabela 1. Resultados médios do pH, $H + Al$, Ca, Mg e V% obtidos em razão dos métodos de amostragem de solo na linha e entrelinha (LE) e na entrelinha (E), e dos tratamentos corretivos, em diferentes níveis de correção, após 330 dias de incorporação em área com a cultura da cana-de-açúcar. Ituverava, SP⁽¹⁾.

Fator	pH ($CaCl_2$)	$H + Al$ -----	Ca ($mmol_c\ dm^{-3}$)	Mg -----	V (%)
Método de amostragem					
LE	5,91	20,80a	40,35	8,21	68,71
E	5,88	19,27b	40,46	7,88	70,20
F	0,51 ^{ns}	4,33*	0,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,22 ^{ns}
DMS	0,11	1,49	3,55	1,45	2,88
Tratamento					
Testemunha	5,44c	25,88a	25,09c	5,19c	54,00e
Calcário, V% 50	5,61bc	23,75ab	34,38bc	6,25bc	63,13d
Calcário, V% 75	5,80b	18,00cde	39,38b	6,88bc	72,13bc
Calcário, V% 100	6,29a	16,38de	52,50a	8,63bc	78,63ab
Escória, V% 50	5,76b	21,13bc	33,13bc	5,38c	65,13cd
Escória, V% 75	5,93b	20,25bcd	42,13b	10,38ab	71,25bcd
Escória, V% 100	6,44a	14,88e	56,25a	13,63a	82,25a
F	24,16**	16,32**	22,45**	10,46**	26,18**
DMS	0,32	4,29	10,20	4,18	8,27
F da interação	1,87 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,04 ^{ns}
CV (%)	3,48	13,78	16,24	33,45	7,65

⁽¹⁾ Letras iguais não diferenciam tratamentos entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, dentro de cada fator. ^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de Tukey.

Em relação ao valor de pH e do teor de H + Al, no método LE, foram obtidos coeficientes de determinação (R^2) inferiores aos do método E, em ambos os corretivos, com exceção do calcário, no valor de pH. O método LE apresentou valores de R^2 iguais a 0,85 (calcário) e 0,83 (escória) para o pH e 0,82 (calcário) e 0,81 (escória) para o teor de H + Al. No método E, foram obtidos valores de R^2 iguais a 0,79 (calcário) e 0,99 (escória) para o pH, e de 0,94 (calcário) e 0,97 (escória) para o teor de H + Al, o que indica que a amostragem do solo com base na entrelinha proporcionou melhor ajuste de valores de pH e H + Al, do que a amostragem na entrelinha e linha.

Com relação aos teores de Ca, Mg e a saturação por bases, os resultados foram semelhantes aos anteriores, ou seja, na amostragem de solo na entrelinha obteve-se melhor ajuste dos coeficientes de determinação. No método LE, os valores de R^2 foram iguais a 0,79, 0,90, 0,59, 0,76, 0,89 e 0,93 com relação ao Ca, calcário e escória, Mg, calcário e escória e V%, calcário e escória, respectivamente. No método E, os valores de R^2 foram iguais a 0,99, 0,91, 0,99, 0,81, 0,99 e 0,99 referente ao Ca, calcário e escória, Mg, calcário e escória e V%, calcário e escória, respectivamente. Portanto, estes resultados sugerem a existência de certa variabilidade química do solo cultivado, conforme foi relatado por Cambardella et al. (1994).

Embora os coeficientes de correlação do método LE tenham sido significativos, foram menos precisos em explicar a variação nos atributos químicos estudados, em razão da aplicação dos corretivos, o que confirma a hipótese inicial do trabalho e contraria a recomendação de Malavolta (1992), que preconiza a coleta de parte das amostras na linha e na entrelinha da cultura, e corrobora a recomendação de Rajj et al. (1996).

Referências

- ANDERSON, D. L.; JONES, D. B.; SNYDER, G. H. Response of a rice-sugarcane rotation to calcium silicate slag on Everglades Histosols. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 531-535, 1987.
- BARTZ, H. R. Dinâmica dos nutrientes e adubação em sistemas de produção sob plantio direto. In: FRIES, M. R. (Coord.). **Curso de atualização em recomendação de adubação e calagem**. Santa Maria: UFSM, 1998. p. 52-79.
- CACERES, N. T.; FERREIRA, E. S. Influência da localização da amostragem nos resultados da análise de solo em soqueira de cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, v. 44, p. 27-31, 1988.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, p. 1501-1511, 1994.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1988. 122 p.
- INFORZATO, R.; ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar var. CO 290, em solo tipo Terra-Roxa-Legítima. **Bragantia**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 1-13, 1957.

LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. **Agricultural experimentation**: design and analysis. New York: J. Wiley, 1978. 350 p.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solo e folhas**: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

ORLANDO FILHO, J.; SILVA, L. C. F.; MANOEL, L. A. Fontes de calcário aplicados em área total e sulco de plantio em cana-de-açúcar. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 9, n. 1/2, p. 11-16, 1990.

PRADO, R. M. **Resposta da cana-de-açúcar à aplicação da escória silicatada como corretivo de acidez do solo**. Ilha Solteira: Unesp, 2000. 97 p. Dissertação de Mestrado.

PRIMAVESI, A. A adubação e a nutrição vegetal. In: _____ **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1990. p. 258-352.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solos para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31 p. (Boletim Técnico, 81).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p. 39. (Boletim Técnico, 100).

SILVA, L. C. F.; CASAGRANDE, J. C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar (macronutrientes). In : ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar**. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983. p. 77-99.

SILVA, L. C. F.; ORLANDO FILHO, J.; LAVORENTI, N. A.; MANOEL, L. A. Efeitos de diferentes tipos de calcário em algumas propriedades químicas do solo. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 9, n. 4/5, p. 16-21, 1991.

SOUZA, L. S. **Variabilidade espacial do solo em sistema de manejo**. Porto Alegre : UFRGS, 1992. 102 p. Tese de Doutorado.

VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L.; BAHIA FILHO, A. F. C.; OLIVEIRA, A. C.; PACHECO, E. B. Amostragem de solo em área com adubação fosfatada aplicada a lanço e no sulco de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 6, p. 221-225, 1982.