

VARIABILIDADE ESPACIAL DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE MILHO DE UM ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO ARÊNICO

Vanderlei R. Silva⁽¹⁾, Sandra Feijó⁽²⁾, Lindolfo Storck⁽³⁾, José Miguel Reichert⁽³⁾. ⁽¹⁾ Programa de Pós-graduação em Agronomia – UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS. e-mail: silvavr@bol.com.br. ⁽²⁾ Eng. Agr. Mestre em Agronomia. ⁽³⁾ UFSM, Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, RS. ⁽⁴⁾ UFSM, Departamento de Solos, Santa Maria, RS.

Introdução

O estudo da variabilidade espacial de propriedades do solo tem grande importância na escolha de áreas experimentais, locação de unidades experimentais, coleta de amostras e interpretação de resultados, bem como para levantamento, classificação de solos e para esquemas de uso racional de fertilizantes. Com o desenvolvimento da agricultura de precisão, o conhecimento da distribuição espacial de variáveis de solo e planta são indispensáveis para o planejamento e a otimização de adubações, tratos culturais e colheita. Diversos estudos de características químicas e físicas do solo e características de planta mostram que a variabilidade não é puramente ao acaso, mas que apresentam correlação ou dependência espacial (Oliveira et al., 1999; Souza et al., 1998; Albuquerque et al., 1996). O objetivo deste estudo foi avaliar a variação e a dependência espacial de vários atributos químicos do solo e a produtividade de milho de um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico, para definir as unidades experimentais e corrigir o solo de acordo com a necessidade de cada unidade experimental.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, em área pertencente ao Departamento de Fitotecnia-CCR, em Santa Maria, RS, num ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (EMBRAPA, 1999), localizado em uma área plana. A coleta de amostras foi realizada em intervalos de 6 X 2 m, numa área total de 3.000 m², coletando-se seis sub-amostras, na profundidade de 0 a 0,20 m. Nessas amostras, determinaram-se o pH em água; o índice SMP; fósforo disponível; potássio disponível; cálcio, magnésio e alumínio trocável; matéria orgânica (Tedesco et al., 1995). Com essas análises calcularam-se a CTC efetiva do solo, a saturação de bases e a saturação com alumínio. A produtividade de grãos de milho foi avaliado colhendo-se as espigas do milho, numa área de 8 m² (área útil) em cada intervalo de 6 X 2 m. Os dados obtidos foram avaliados por estatísticas descritivas, tais como: média aritmética, mediana, moda, coeficiente de variação, desvio padrão, variância, assimetria, curtose e o teste W, para verificar se os dados apresentavam distribuição normal. Analisou-se também a dependência espacial das variáveis químicas do solo, com base nas pressuposições de estacionaridade da hipótese

intrínseca, ajustando-se semivariogramas. A escolha dos modelos matemáticos foi realizada observando-se o coeficiente de determinação e a aproximação visual.

Resultados e Discussão

Apenas os valores de cálcio, magnésio, CTC efetiva e saturação de bases apresentaram distribuição normal dos dados (Quadro 1). Observou-se alto valor do coeficiente de variação (CV) para a variável fósforo (111 %), enquanto que, a produtividade de grãos de milho, a saturação com alumínio, alumínio trocável e potássio trocável apresentaram CV médios, pH em água, índice SMP, matéria orgânica, cálcio, magnésio, H+Al, CTC efetiva e saturação de bases apresentaram CV considerados baixos para as variáveis de solo (Warrick & Nielsen, 1980). Schlindwein & Anghinoni (2000) também verificaram CVs altos para as variáveis P e K e baixos para pH em água, índice SMP e matéria orgânica do solo. A análise por semivariogramas mostrou que todas as variáveis apresentaram dependência espacial. Nesse estudo, ajustou-se o modelo linear com patamar para todas as variáveis analisadas. As variáveis pH em água, Mg, saturação de bases e saturação de alumínio apresentaram forte dependência espacial, enquanto que as demais variáveis, apresentaram dependência espacial moderada (Quadro 2). O alcance da dependência espacial marca o limite da dependência espacial da variável medida. O menor valor de alcance foi para a produtividade de milho (9 metros) e o maior foi para fósforo (38 metros). Retirando-se os extremos, produtividade de milho e fósforo, percebemos dois conjuntos das variáveis que apresentaram alcance próximos, sendo pH em água, índice SMP, matéria orgânica, alumínio trocável, H + Al, saturação de bases e saturação com alumínio, no qual o alcance foi em torno de 15 metros (Quadro 2). Para potássio, cálcio, magnésio e CTC efetiva, o alcance foi próximo de 20 metros, esses valores estão próximos aos encontrados por Oliveira et al. (1999). Isso evidencia que para instalação de experimentos que se deseja avaliar o efeito da acidez do solo, poder-se-ia usar parcelas distanciadas de pelo menos 15 metros. Já para experimentos que o propósito seria a adubação fosfatada, a distância mínima entre parcelas seria de 38 metros. Valores de alcance da dependência espacial pequenos para indicadores da acidez do solo (pH em água, índice SMP, alumínio trocável, saturação de bases e saturação com alumínio) e para matéria orgânica do solo se deve à forma de distribuição desses elementos no solo. O calcário, geralmente, é distribuído uniformemente sobre o solo e da mesma forma os restos culturais, entretanto, o fósforo e o potássio são, geralmente, distribuídos em linhas, provocando variabilidade espacial (Kleper & Anghinoni, 1995; Schlindwein & Anghinoni, 2000). Em conclusão, a variabilidade espacial é pequena para pH em água, índice SMP, alumínio trocável, saturação de bases e saturação com alumínio, enquanto que para fósforo e potássio, a variabilidade espacial é grande.

Quadro 1. Valores de média, mediana (Md), moda (Mo), coeficiente de variação (CV), valor máximo (Mx), valor mínimo (Mn), desvio padrão (?), variância (?²) e teste de normalidade dos dados (W) de variáveis de solos e produtividade de grãos de milho (safra 1998/99).

Variável	Média	M d	M o	CV	M x	M n	?	? ²	W
Grãos de milho	4,80	4,94	4,76	22,6	7,38	2,19	1,08	1,17	0,971
pH em água 1:1	4,89	4,90	4,90	2,6	5,3	4,6	0,13	0,017	0,932
Índice SMP	5,34	5,30	5,30	2,8	5,7	5,0	0,15	0,022	0,928
Fósforo (mg L ⁻¹)	13,2	7,20	1,00	111,6	69,5	1,0	14,7	215,6	0,748
Potássio (mg L ⁻¹)	111,0	109,0	80,0	28,8	200	52	31,9	1020,8	0,949
M.O. (g kg ⁻¹)	27,1	27,0	29,0	8,1	35	21	2,20	4,85	0,966
Al (cmol _c kg ⁻¹)	0,85	0,80	0,70	38,2	2,8	0,0	0,33	0,11	0,949
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	4,28	4,20	4,10	12,2	5,5	2,1	0,52	0,27	0,974*
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	1,82	1,80	1,70	15,0	2,6	1,0	0,27	0,075	0,975*
H + Al (cmol _c kg ⁻¹)	6,51	6,70	6,70	13,4	8,8	4,7	0,87	0,76	0,930
CTC efetiva (cmol _c kg ⁻¹)	7,24	7,20	7,00	8,8	9,4	4,0	0,64	0,41	0,977*
Saturação de Bases (%)	49,4	49,0	45,0	10,9	61	36	5,42	29,4	0,976*
Saturação de alumínio (%)	12,2	12,0	11,0	47,9	23	3,0	5,87	34,5	0,792

* variável segue distribuição normal (p = 0,05).

Quadro 2. Valores do efeito pepita (C_o), patamar (C_o + C₁), alcance (a), relação efeito pepita/patamar e coeficiente de determinação (R²), ajustado ao modelo linear com patamar, para todas as variáveis estudadas.

Variável	C _o	C _o + C ₁	a (m)	$1 - [C_o / (C_o + C_1)]^{(1)}$	Dependência espacial	R ²
Grãos de milho (Mg ha ⁻¹)	0,51	1,06	9	0,52	Moderada	0,92
pH em água 1:1	0,002	0,017	13	0,88	Forte	0,99
Índice SMP	0,007	0,023	11	0,70	Moderada	0,98
Fósforo (mg L ⁻¹)	128	274	38	0,53	Moderada	0,99
Potássio (mg L ⁻¹)	430	1120	23	0,62	Moderada	0,97
M.O. (g kg ⁻¹)	1,84	5,17	15	0,64	Moderada	0,97
Al (cmol _c kg ⁻¹)	0,05	0,11	15	0,53	Moderada	0,98
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	0,09	0,28	19	0,67	Moderada	0,98
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	0,013	0,07	19	0,82	Forte	0,98
H + Al (cmol _c kg ⁻¹)	0,29	0,76	12	0,61	Moderada	0,95
CTC efetiva (cmol _c kg ⁻¹)	0,14	0,42	21	0,65	Moderada	0,99
Saturação de Bases (%)	5,57	28	13	0,80	Forte	0,97
Saturação de alumínio (%)	3,85	18	14	0,79	Forte	0,98

¹ Adaptado de Cambardella et al. (1994).

Literatura Citada

- ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J. & FIORIN, J.E. Variabilidade de solo e planta em Podzólico Vermelho-Amarelo. R. bras. Ci. Solo, 20:151-157, 1996.
- 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 Sci. Soc. Am. J., 58:1501-1511, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- KLEPER, D. & ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. R. bras. Ci. Solo, 19:395-401, 1995.
- OLIVEIRA, J.J.; CHAVES, L.H.G.; QUEIROZ, J.E. & LUNA, J.G. de. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. R. bras. Ci. Solo, 23:783-789, 1999.
- SCHLINDWEIN, J.A. & ANGHINONI, I. Variabilidade espacial de atributos de fertilidade e amostragem de solo no sistema plantio direto. R. bras. Ci. Solo, 24:85-91, 2000.
- SOUZA, L.da S.; COGO, N.P. & VIEIRA, S.R. Variabilidade de fósforo, potássio e matéria orgânica no solo em relação a sistemas de manejo. R. bras. Ci. Solo, 22:77-86, 1998.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5)
- WARRICK, A.W. & NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., ed. Application of soil physics. New York, Academic Press, 1980. P.319-344.