

Variabilidade espacial de atributos químicos do solo e da população de *Pratylenchus brachyurus***

Julio Cezar Franchini^{1*}, Henrique Debiasi¹, Waldir Pereira Dias¹

¹ Pesquisador da Embrapa Soja, CP 231, CEP 86001-970, Londrina, PR, Brasil

*e-mail: franchin@cnpso.embrapa.br

**Projeto parcialmente financiado com recursos do Fundo de Amparo a Cultura da Soja

Resumo: O nematoide das lesões radiculares representa um importante desafio para a produção de soja na região Central do Brasil, devido a sua ocorrência generalizada e à ausência de cultivares resistentes e estratégias adequadas para o seu manejo. Com o objetivo de estabelecer práticas adequadas de manejo cultural para o problema, foi estabelecida na safra 2010/2011 em Vera-MT uma metodologia de estudo a campo visando o mapeamento da variabilidade espacial de atributos químicos do solo e da ocorrência dos sintomas do nematóide em soja. Os atributos do solo, a resposta da soja e a população de nematóides no solo foram avaliados usando conceitos de geoestatística. Os resultados indicam maior relação entre a redução de altura das plantas de soja e os valores de pH, alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e os atributos derivados como a soma de bases (S) e a saturação por bases (V). A altura das plantas de soja apresentou melhor relação com esses atributos quando o valor limiar foi de 4,70; 0,08; 1,20; 0,49; 2,00 e 31,0 para pH, Al, Ca, Mg, S e V, respectivamente. A população de nematoides nas raízes da soja não foi relacionada com os atributos químicos ou com a altura das plantas. Os resultados sugerem que as reboleiras ocorrem nas áreas mais ácidas devido à maior suscetibilidade da cultura ao ataque dos nematoides das lesões radiculares.

Palavras-chave: geoestatística, química do solo, soja.

*Spatial variability of soil chemical properties and the population of *Pratylenchus brachyurus**

Abstract: The root lesion nematode represents a major challenge for soybean production in the Central region of Brazil due to its widespread occurrence and absence of resistant cultivars and strategies for its management. In order to establish cultural management practices to tackle the problem, it was established in the 2010/2011 in Vera-MT a field study aiming at the mapping of the spatial variability of soil chemical properties and the occurrence of nematode attacks symptoms in soybean. The soil attributes and the soybean response to the nematode population in the soil were evaluated using geostatistical concepts. The results indicate a greater relationship between the reduction in height of soybean plants and the values of pH, aluminum (Al), calcium (Ca) and magnesium (Mg) and attributes derived as the sum of bases (SB) and base saturation (V). The height of the soybean plants had a better relationship with these attributes when the threshold value was 4.70, 0.08, 1.20, 0.49, 2.00 and 31.0 for pH, Al, Ca, Mg, S and V, respectively. The nematode population in the soybean roots was not related to chemical attributes or plant height. The results suggest that symptoms are more important in acidic condition due to increased soybean crop susceptibility to nematode attack.

Keywords: geoestatistic, soil chemistry, soybean.



1. Introdução

O nematoide das lesões radiculares é um organismo de ocorrência natural nos solos da região dos cerrados. Os danos causados por esse nematoide nas principais culturas econômicas têm aumentando nos últimos anos, particularmente na cultura da soja. Até o momento, não existem relatos de variedades de soja que apresentem tolerância/resistência a esse nematoide, diferente do relatado para outras espécies de nematoides, como o de cisto (*Heterodera glycines*) ou de galha (*Meloidogyne* spp.).

As causas para que essa espécie tenha suas populações aumentadas a níveis capazes de causar danos às plantas e reduzir sua produtividade estão relacionadas à falta de rotação de culturas e à expansão das áreas de produção para solos de textura arenosa. Com o objetivo de entender melhor o comportamento da espécie em relação à variabilidade espacial de atributos químicos do solo, foi estabelecido, na safra 2010/2011, um estudo de campo na região Médio Norte do Mato Grosso.

2. Material e métodos

Este trabalho foi realizado na Fazenda Dacar, localizada no Município de Vera, no Estado do Mato Grosso (12° 08' 25,67" e 55° 11' 42,71"), em área originalmente sob vegetação natural típica da região (vegetação de transição entre cerrado e floresta). O solo no local foi caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura arenosa (130, 20 e 850 g.kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente). A área foi aberta em 2004, sendo cultivada com arroz nos dois primeiros anos e com a sucessão soja/milheto desde então. A soja tem recebido a aplicação média de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O. Em torno de 40% do fertilizante tem sido aplicado no sulco de semeadura e o restante a lanço, sendo o P em pré-semeadura e o K em pós-semeadura. A última calagem foi realizada em abril de 2010, utilizando calcário dolomítico (10% de MgO e 18% de CaO). O calcário foi aplicado em superfície utilizando taxa variável, com o valor médio aplicado equivalendo a 600 kg.ha⁻¹. A grade amostral para elaboração dos mapas para aplicação de calcário foi de uma amostra

a cada 5 ha. Em 12 de janeiro de 2011, quando a soja (cultivar M9144RR) se encontrava no estádio R3, foram coletadas amostras de solo na camada de 0,0-0,2 m para determinação de atributos químicos [carbono orgânico, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, capacidade de troca de cátions (T), soma de bases (S) e saturação por bases (V) (EMBRAPA, 1997)], seguindo uma grade amostral de 20 × 20 m. Em cada ponto, foi coletada uma amostra de solo na camada de 0,0-0,2 m, composta por cinco subamostras tomadas ao redor do ponto. Nos mesmos pontos, a soja foi caracterizada quanto à severidade de danos causados pelo nematoide das lesões radiculares, utilizando como parâmetro a altura das plantas. O nível de separação entre as condições denominadas como reboleira (R) ou fora da reboleira (F) foi estabelecido quando a altura das plantas era reduzida em 25% em relação à altura máxima relativa (Figura 1a,b). A população de nematoides no solo foi avaliada por meio de bioensaio em casa-de-vegetação com a cultivar TMG 131 RR. Após 60 dias, a população foi estimada nas raízes por meio da extração e contagem dos nematoides segundo a metodologia descrita por Coolen e D'Herde (1972). A população de nematoides foi submetida à análise geoestatística (VIEIRA et al., 2002) e não apresentou dependência espacial, o que não permitiu seu mapeamento. Desta forma, foram estimados apenas os valores médios para as condições de reboleira e fora de reboleira (Figura 1c).

Os atributos químicos também foram submetidos à análise geoestatística (Tabela 1). Todos os atributos apresentaram semivariograma com dependência espacial permitindo seu mapeamento através do programa Surfer 9.0. Por meio de uma relação lógica, os atributos contínuos foram transformados em atributos categóricos (discretização) para obtenção do nível de cada atributo que mais bem se relacionasse com a ocorrência das reboleiras. Dessa forma, os dados de uma variável contínua foram transformados em uma variável discreta variando de 1 (reboleira) para os valores menores que o valor de referência, a 2 (fora da reboleira) para os valores maiores que a referência. Estes valores foram comparados ao valor atribuído à

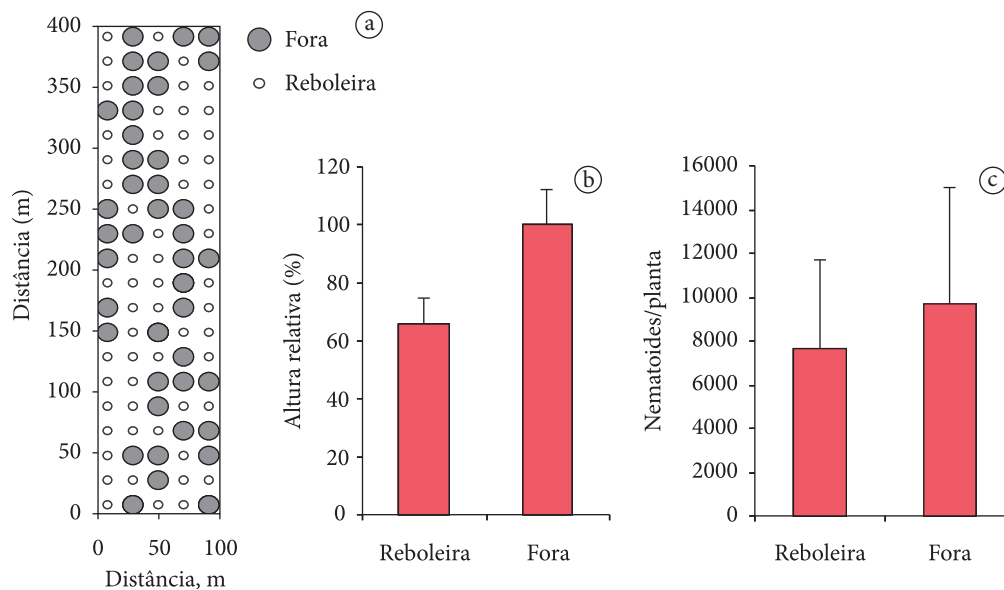


Figura 1. Mapa de ocorrência de reboleiras (a), valores médios da altura de plantas (b) e população de nematóides (c) na área experimental.

Tabela 1. Modelos ajustados ao semivariograma dos atributos químicos do solo.

	Modelo ¹	Parâmetros ²			R ²
		C ₀	C ₁	a	
P	EXP	9,39	15,00	119,4	0,92
C	ESF	0,00	2,80	37,7	0,76
pH	GAU	0,00	0,05	27,1	0,86
Al	EXP	0,00	0,02	32,5	0,65
Ca	ESF	0,05	0,11	51,0	0,96
Mg	GAU	0,00	0,04	29,6	0,89
K	ESF	0,0003	0,0007	38,6	0,86
S	GAU	0,11	0,23	38,3	0,98
T	GAU	0,13	0,32	29,5	0,84
V	GAU	28,2	28,70	43,0	0,96

¹EXP (exponencial); ESF (esférico); GAU (Gaussiano); ²C₀ = efeito pepita; C₁ = variância estrutural; a = alcance; ³número de vizinhos para krigagem.

altura das plantas da soja, que da mesma forma foi dividida em duas categorias (1-reboleira, para altura <75% da altura máxima e 2-fora, para altura >75% da altura máxima). Havendo coincidência entre as posições para o atributo químico e a altura de planta, a posição georeferenciada foi contabilizada como coerente. Este procedimento foi repetido para toda a amplitude de variação dos atributos, com o objetivo de determinar o valor onde a quantidade máxima de coincidências entre os valores discretizados dos atributos e a altura da soja fosse observada (Tabela 2). Estes valores foram denominados como limiares dos atributos. Com base nestes limiares, foram estabelecidos os

mapas dos atributos químicos e da ocorrência das reboleiras, permitindo a visualização das relações entre os atributos químicos e a severidade dos sintomas causados pelo nematoide (Figura 2).

3. Resultados e discussão

Entre os 100 pontos amostrados, em 58 pontos a altura das plantas de soja foi <75% da altura máxima, caracterizando condições de reboleira, enquanto nos demais a altura das plantas foi >75% da altura máxima, caracterizando condições de fora de reboleira (Figura 1a). A população de nematoides nas raízes da soja não apresentou dependência

Tabela 2. Número de coerências entre atributos químicos no valor limiar e a altura de plantas.

	Grade	P	C	pH	Al	Ca	Mg	K	S	T	V
		mg/kg	g/kg		cmolc/kg						
Coerências											
Total	100	65	54	73	74	67	73	60	71	65	73
R	58	52	24	47	49	35	49	51	56	39	49
F	42	13	30	26	25	32	24	9	15	26	24

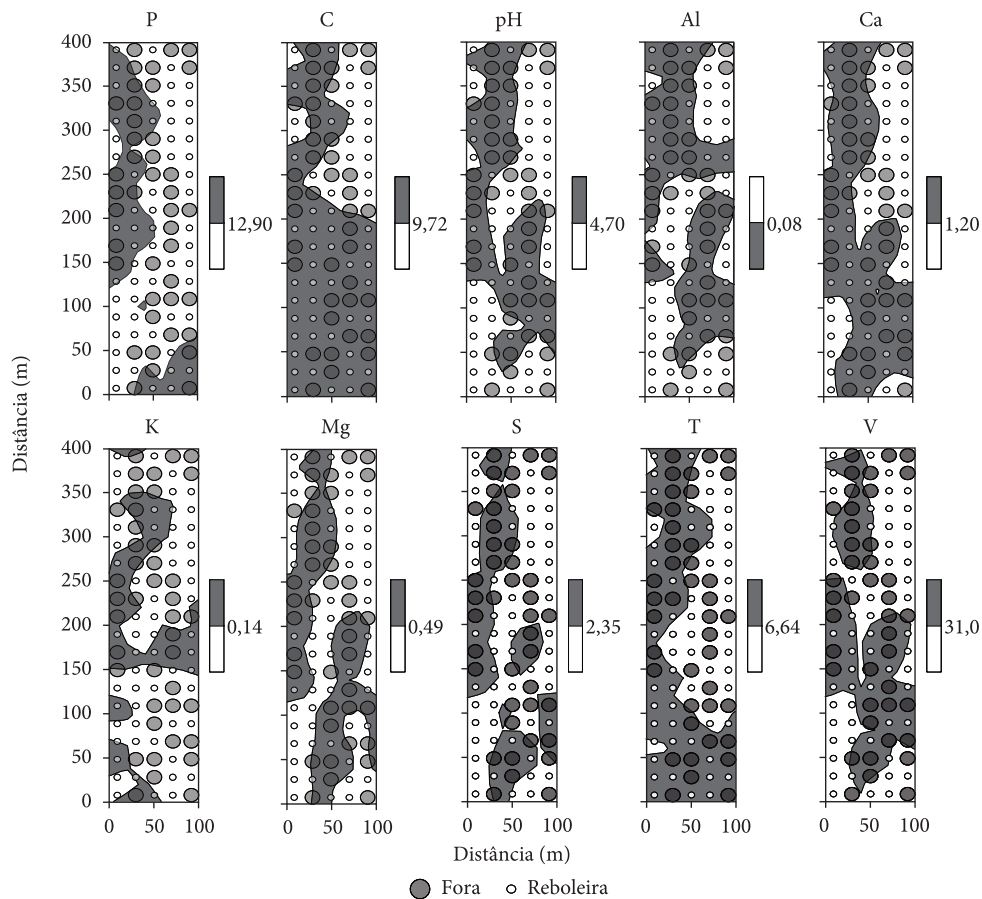


Figura 2. Distribuição espacial dos atributos químicos no valor limiar e de reboleiras na área de estudo. Unidades: Ca, Mg, K, Al, S e T (cmol_c.dm⁻³); P (mg.dm⁻³); C (g.dm⁻³); V (%).

espacial, razão pela qual são apresentados apenas os valores médios com seus respectivos desvios-padrão (Figura 1c). A população de nematoides nas raízes foi equivalente nas condições de reboleira e fora de reboleira, o que indica que a população exclusivamente não é a responsável pela alteração na altura das plantas de soja utilizada neste estudo como indicador de dano. A discretização dos atributos químicos permitiu a identificação dos limiares para máxima coerência entre os atributos e a altura de plantas (Tabela 2, Figura 2). Os atributos relacionados com a acidez do solo foram

os que apresentaram maior coerência com a altura das plantas. Além do pH, os teores de Al e Mg, a soma de bases e a saturação por bases também apresentaram valores de coerência acima de 70%. Os dados indicam que o nematoide das lesões radiculares intensifica os sintomas de ocorrência, no caso desse estudo evidenciado pela redução de altura, em condições de solo mais ácido. De acordo com dados apresentados na Figura 1c, a população de nematoides nas raízes da soja não variou entre as regiões com (reboleira) e sem sintomas, demonstrando que a maior expressão de

sintomas nas regiões mais ácidas está relacionada com o aumento da vulnerabilidade da planta ao ataque dos nematoides, seja pela redução no teor de bases trocáveis ou pelo aumento no teor de Al, que resultam em menor desenvolvimento radicular da soja.

Em relação às bases trocáveis divalentes, foi observado que 24 e 43% das amostras de solo apresentaram teores de Ca e Mg, respectivamente, dentro do nível baixo de interpretação para a cultura da soja, indicando que o Mg pode ter sido mais limitante do que o Ca na área experimental (TECNOLOGIAS..., 2010). Desta forma, a maior ocorrência de níveis baixos de Mg na área de estudo pode estar relacionada com o maior número de coerências entre os valores discretizados para esse nutriente em relação ao Ca, 74 e 67, respectivamente. A análise geoestatística demonstra que existe grande variabilidade espacial em curtas distâncias dentro da área de estudo. Essa variabilidade pode estar sendo causada por práticas de manejo da adubação e dos corretivos, como aplicação a lanço dos nutrientes e aplicação a taxa variável dos corretivos.

4. Conclusões

A variabilidade espacial dos atributos químicos está relacionada aos sintomas causados pelo nematoide das lesões radiculares em soja, os quais são mais intensos nas áreas mais ácidas.

Agradecimentos

Ao Fundo de Apoio a Cultura da Soja (FACS) pelo financiamento desta pesquisa. A Gedi Jorge Sfredo e Sidney Rosa Vieira pelas sugestões para a melhoria do trabalho. A Antonio Galvan, proprietário da Fazenda Dacar, pela cessão da área para o estudo.

Referências

- COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue.** Ghent: State Agricultural Research Center, 1972. 77 p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil. **Sistemas de Produção / Embrapa Agropecuaria Oeste**, n. 14, 2010.
- VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geoestatistical analysis of variability in soil and climate data. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 2, p. 1-45, 2002.