



Variabilidade Espacial de Teores Foliare de Nutrientes em Trigo, em Diferentes Sistemas de Manejo

Luciano da Silva Souza⁽¹⁾, Neroli Pedro Cogo⁽²⁾ e Sidney Rosa Vieira⁽³⁾

(1) Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Caixa Postal 7, Cruz das Almas, BA, CEP 44380-000, lsouza@cpmf.embrapa.br (apresentador do trabalho); (2) Professor do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Bolsista do CNPq, Caixa Postal 776, Porto Alegre, RS, CEP 91540-000, neroli@ufrgs.br; (3) Pesquisador do Centro de Solos e Recursos Ambientais do Instituto Agronômico de Campinas, Bolsista do CNPq, Caixa Postal 28, Campinas, SP, CEP 13001-970, sidney@iac.sp.gov.br.

RESUMO: A variabilidade espacial dos teores foliares dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn em trigo foi avaliada em Passo Fundo (RS), em dois sistemas de manejo: preparo convencional e semeadura direta, localizados em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, na malha de amostragem de 10 x 10 m. Foi também avaliada a variabilidade da produção de trigo, colhendo-se áreas de 1 m², na mesma malha de amostragem. Os atributos avaliados seguiram a distribuição normal. A variabilidade foi média a muito alta, sendo menor para Mg, Ca, Zn, P e K e maior para Fe e Mn. A variabilidade entre sistemas de manejo foi semelhante, com exceção de P e Mn, que foi maior no preparo convencional. Dependência espacial moderada a fraca foi observada para a produção de trigo nos dois sistemas de manejo e para K e Mn, no preparo convencional, e N, P, K, Ca e Mn, na semeadura direta. Não ocorreu correlação espacial cruzada da produção de trigo com os teores foliares de nutrientes. Correlação espacial cruzada positiva entre nutrientes medidos simultaneamente na folha e no solo (N, P, K, Ca e Mg) foi observada para P no preparo convencional e K, Ca e Mg na semeadura direta.

Palavras-chave: preparo convencional, semeadura direta.

INTRODUÇÃO

Estudos de variabilidade são importantes para o desenvolvimento de esquemas de amostragem mais sensíveis e eficientes e a ótima alocação de unidades de amostragem. Numa paisagem natural já existe ampla variação de vários atributos; considerando uma paisagem cultivada, existem fontes adicionais de variabilidade devidas ao manejo exercido pelo homem, pressupondo-se diferenças entre áreas manejadas convencionalmente e aquelas submetidas a manejos conservacionistas.

Em geral, os estudos de variabilidade têm enfatizado atributos químicos e físicos do solo (Souza

et al., 1997, 1998, 1999; Schlindwein & Anghinoni, 2000; Machado et al., 2007).

Neste trabalho objetivou-se avaliar as condições aleatória e espacialmente dependente da variabilidade de teores foliares de nutrientes em trigo, em dois sistemas de manejo.

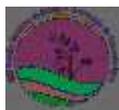
MATERIAL E MÉTODOS

Em Passo Fundo (RS) foram amostrados dois sistemas de manejo: preparo convencional e semeadura direta, localizados em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico. Foram coletados 49 pontos em malha de amostragem de 10 x 10 m, avaliando-se os seguintes atributos: produção de grãos de trigo por metro quadrado e teores foliares dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.

A variabilidade dos atributos considerados foi inicialmente avaliada pelo cálculo da média, coeficiente de variação, assimetria e curtose. O número mínimo de subamostras para compor uma amostra composta e estimar o valor da variável com a diferença de 10% da média foi estimado pela fórmula $N = (t_{\alpha} \cdot CV/D)^2$. Posteriormente, a análise da dependência espacial foi feita por meio do semivariograma, empregando-se também o semivariograma cruzado para avaliar a relação da variabilidade dos teores foliares de nutrientes com a da produção de grãos de trigo e com a dos teores de alguns nutrientes medidos no solo (Journel & Huijbregts, 1991; Vieira et al., 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos teores foliares para os nutrientes avaliados foram semelhantes nos dois sistemas de manejo, com exceção do Fe e Mn, os quais foram bem maiores na semeadura direta (Tabela 1). Os dados de assimetria e curtose aproximaram-se de 0 e 3, respectivamente, mostrando que os atributos avaliados seguiram a distribuição normal, nos sistemas de manejo



considerados. Esse conhecimento é importante pois a análise de variância e os testes de significância normalmente utilizados em estatística pressupõem ou baseiam-se na distribuição normal.

Os coeficientes de variação para a maioria dos nutrientes avaliados foram semelhantes nos dois sistemas de manejo, sendo maiores para P e Mn no sistema de preparo convencional (Figura 1a). Segundo a classificação de Gomes (1984), os CVs observados foram médios ($10\% < CVs < 20\%$) para Mg, Ca, Zn, P e K, altos ($20\% < CVs < 30\%$) para N, Cu e Mn (este na semeadura direta) e muito altos ($CVs > 30\%$) para o Fe e Mn (este no preparo convencional).

Em função disso, o número de subamostras para compor uma amostra composta e estimar o valor do atributo com a diferença de 10% da média foi mais baixo para Mg (5) e mais alto para Fe (preparo convencional = 71 e semeadura direta = 77); os demais nutrientes ocuparam posição intermediária (Figura 1b). Essa informação é importante para dimensionar a amostragem foliar em lavouras de trigo, visando avaliar com segurança o seu estado nutricional.

A distribuição espacial dos teores foliares de fósforo no trigo, nos dois sistemas de manejo avaliados, é mostrada na figura 2, confirmando a maior variabilidade no preparo convencional.

A análise da dependência espacial mostrou a existência de correlação espacial para a produção de trigo em ambos os sistemas de manejo e para os nutrientes K e Mn, no preparo convencional, e N, P, K, Ca e Mn, na semeadura direta (Tabela 2). O grau de dependência espacial foi moderado (25%-75%), com apenas o Mn apresentando fraca dependência espacial (>75%).

O semivariograma cruzado da produção de trigo com os teores foliares de nutrientes não revelou a existência de correlação espacial. Quando tal análise foi realizada para nutrientes que foram medidos simultaneamente na folha e no solo (N, P, K, Ca e Mg), observou-se correlação espacial cruzada para P no preparo convencional e K, Ca e Mg na semeadura direta (Figura 3). Em todos os casos a correlação espacial foi positiva, indicando que o teor foliar aumentou sempre que o teor no solo também aumentou e vice-versa.

CONCLUSÕES

A variabilidade foi média a muito alta para os teores de nutrientes avaliados, sendo menor para Mg, Ca, Zn, P e K e maior para Fe e Mn.

A variabilidade entre sistemas de manejo foi semelhante, com exceção de P e Mn, que foi maior no sistema de preparo convencional.

Dependência espacial com grau variando de moderado a fraco foi observada para a produção de trigo nos dois sistemas de manejo e para os nutrientes K e Mn, no preparo convencional, e N, P, K, Ca e Mn, na semeadura direta.

Não ocorreu correlação espacial cruzada da produção de trigo com os teores foliares de nutrientes.

Correlação espacial cruzada positiva entre nutrientes medidos simultaneamente na folha e no solo (N, P, K, Ca e Mg) foi observada para P no preparo convencional e K, Ca e Mg na semeadura direta.

REFERÊNCIAS

- GOMES, F.P. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Piracicaba, Potafos, 1984. 160p.
- JOURNAL, A.G. & HUIJBREGTS, C.J. Mining geostatistics. 5.ed. London, Academic Press, 1991. 600p.
- MACHADO, L. de O.; LANA, A.M.Q.; LANA, R.M.Q.; GUIMARÃES, E.C. & FERREIRA, C.V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema de plantio convencional. R. Bras. Ci. Solo, 31:591-599, 2007.
- SCHLINDWEIN, J.A. & ANGHINONI, I. Variabilidade horizontal de atributos de fertilidade e amostragem do solo no sistema de plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 24:85-91, 2000.
- SOUZA, L. da S.; COGO, N.P.; VIEIRA, S.R. Variabilidade de fatores de acidez no solo em diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 5:83-98, 1999.
- 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.
- SOUZA, L. da S.; COGO, N.P.; VIEIRA, S.R. Variabilidade de propriedades físicas e químicas do solo em um pomar cítrico. R. B. Ci. Solo, 21:367-372, 1997.
- VIEIRA, S.R.; MILLETE, J.; TOPP, G.C. & REYNOLDS, W.D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. Tópicos Especiais em Ciência do Solo, 2:1-45, 2002.



Tabela 1. Valores médios para os teores foliares de nutrientes em trigo, avaliados em dois sistemas de manejo, em Passo Fundo (RS).

Variável	Unidade	Média	CV (%)	Assimetria	Curtose
Preparo convencional					
N	g/kg	14,53	20,7	0,550	2,749
P	g/kg	0,96	16,4	-0,101	2,895
K	g/kg	4,19	17,5	0,568	3,169
Ca	g/kg	4,73	13,1	1,086	3,881
Mg	g/kg	0,96	10,8	0,238	2,881
Cu	mg/kg	7,22	24,3	1,725	6,900
Fe	mg/kg	338,30	41,9	1,589	5,589
Mn	mg/kg	88,59	34,3	2,448	10,560
Zn	mg/kg	13,61	13,3	0,688	3,127
Semeadura direta					
N	g/kg	13,43	20,2	-0,304	5,100
P	g/kg	0,96	11,8	0,836	3,785
K	g/kg	4,76	16,2	0,227	3,111
Ca	g/kg	4,17	12,4	1,510	6,091
Mg	g/kg	0,95	11,4	0,820	4,038
Cu	mg/kg	7,35	24,4	0,602	2,846
Fe	mg/kg	407,60	43,7	0,624	2,894
Mn	mg/kg	156,70	25,6	0,140	2,930
Zn	mg/kg	15,00	15,2	0,431	2,452

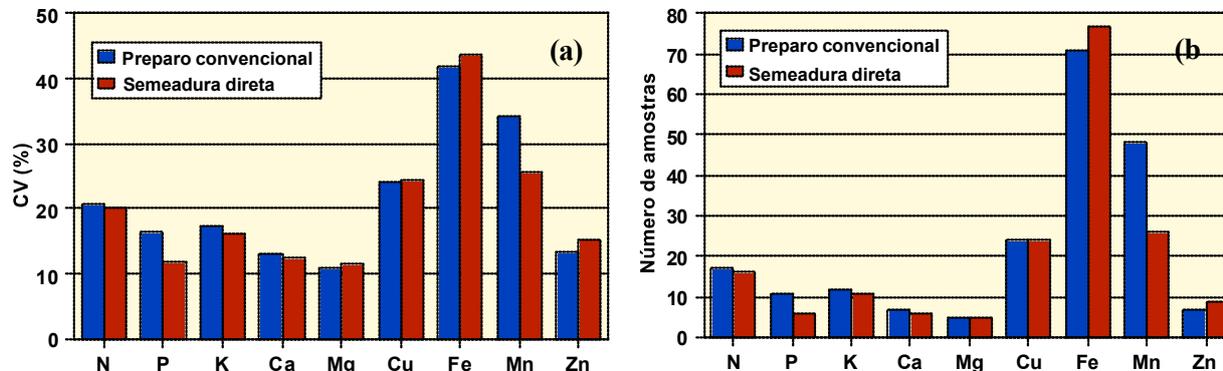


Figura 1. Coeficientes de variação (a) e número de subamostras (b) para os teores foliares de nutrientes em trigo, avaliados em dois sistemas de manejo, em Passo Fundo (RS).

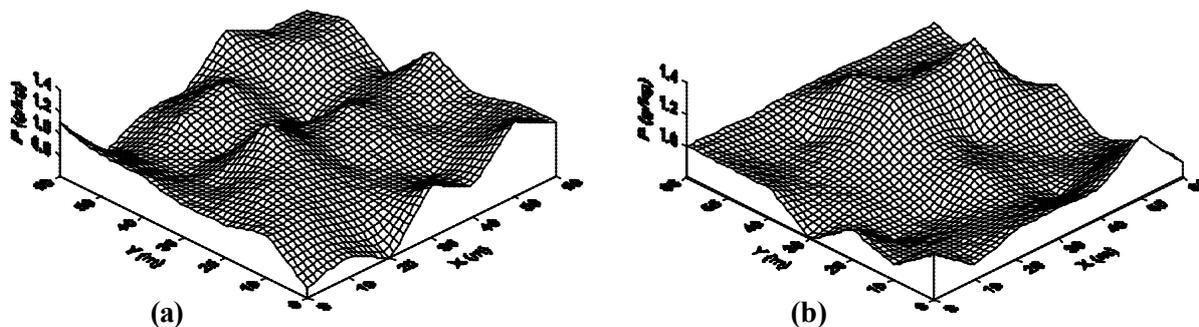


Figura 2. Distribuição espacial dos teores foliares de fósforo no trigo, nos sistemas de preparo convencional (a) e semeadura direta (b), em Passo Fundo (RS).



Tabela 2 Parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados à produção e aos teores foliares de nutrientes em trigo, em dois sistemas de manejo, em Passo Fundo (RS).

Parâmetros dos modelos dos semivariogramas ¹					
	C ₀	C ₁	Alcance (m)	Modelo	{C ₀ /(C ₀ +C ₁)} x 100
Preparo convencional					
Grãos	1200	700	30	Esférico	63
N		Efeito pepita puro		-	-
P		Efeito pepita puro		-	-
K	0,26	0,31	18,20	Esférico	46
Ca		Efeito pepita puro		-	-
Mg		Efeito pepita puro		-	-
Cu		Efeito pepita puro		-	-
Fe		Efeito pepita puro		-	-
Mn	700	175	30	Esférico	80
Zn		Efeito pepita puro		-	-
Plantio direto					
Grãos	600	1000	30	Esférico	38
N	2,5	4,5	30	Esférico	36
P	0,006	0,009	25	Esférico	40
K	0,4	0,3	20	Esférico	57
Ca	0,185	0,085	30	Gaussiano	69
Mg		Efeito pepita puro		-	-
Cu		Efeito pepita puro		-	-
Fe		Efeito pepita puro		-	-
Mn	610	1140	20	Esférico	35
Zn		Efeito pepita puro		-	-

¹C₀ + C₁ representam o patamar do semivariograma.

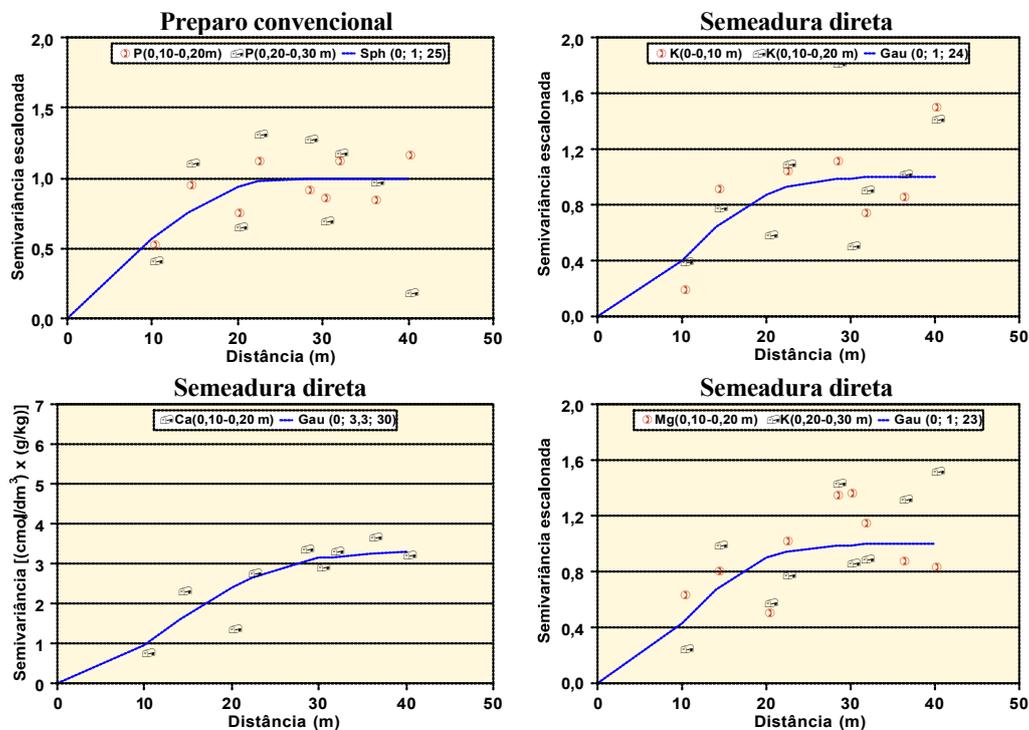


Figura 3. Semivariogramas cruzados dos teores foliares de nutrientes em trigo com teores no solo, para P no sistema de preparo convencional e K, Ca e Mg na semeadura direta, em Passo Fundo (RS). As legendas dos gráficos incluem o modelo ajustado aos dados (Sph = modelo esférico) e os parâmetros C₀, C₁ e alcance da dependência espacial; C₀ + C₁ representam o patamar.