

Variabilidade espacial e temporal de plantas daninhas em Latossolo Vermelho argiloso sob semeadura direta

Marcio Koiti Chiba*, Osvaldo Guedes Filho e Sidney Rosa Vieira

Centro de Solos e Recursos Agroambientais, Instituto Agronômico de Campinas, Av. Barão de Itapura, 1481, 13020-902, Campinas, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: mkchiba@iac.sp.gov.br

RESUMO. O conhecimento da variabilidade espacial das plantas daninhas permite ações de manejo localizado, que podem trazer o duplo benefício da economia de insumos e da preservação da qualidade do ambiente. Este trabalho objetivou avaliar a distribuição espacial de plantas daninhas num Latossolo Vermelho distrófico (LVd) argiloso em Campinas, Estado de São Paulo, no período entre 2003 e 2008. A área amostrada era de 3,42 hectares e apresentava 302 pontos amostrais distribuídos em grade regular de 10 x 10 m. Os coeficientes de variação calculados foram classificados como altos e muitos altos, características de dados provenientes de contagem, e assimétricos, o que demonstra que a utilização de valores médios não representa adequadamente a população amostral. A análise semivariográfica mostrou que, para as diferentes épocas estudadas, houve estrutura de dependência espacial definida, tanto para as plantas separadas em função do tipo de folha como para o número total delas. Os mapas obtidos por krigagem e o índice de distribuição evidenciaram o padrão agregado da distribuição espacial dos dados. Foi possível delimitar zonas de manejo com diferenças de infestação da ordem de cinco a dez vezes no número total de plantas daninhas, confirmando a hipótese de que a análise geoestatística pode ser utilizada como ferramenta auxiliar no manejo de forma satisfatória.

Palavras-chave: geoestatística, krigagem, mapeamento.

ABSTRACT. *Spatial and temporal variability of weed population in an Oxisol under no-till system.* The knowledge of weed spatial distribution allows specific site management that leads to herbicide savings and environmental quality protection. This work aimed to evaluate the spatial distribution of weeds in a clay Oxisol in Campinas, Sao Paulo State, Brazil during the period between 2003 and 2008. The sampled area measured 3.42 ha and featured 302 sampling points, in a 10 x 10 meter regular grid. Based on high and very high values of coefficient of variation and on its asymmetry, it was shown that inferences of mean values did not represent the sampled population of weeds. Also, the semivariograms showed a spatial pattern of data for weeds, even if they were separated according to its leaf morphology. The clustered weed distribution were well designed at the kriged maps and also observed according to distribution index. With the geostatistical approach, it was possible to clear mapping site-specific managing zones with 5 to 10 fold differences in weed count, in order to confirm that this technique can be used as ancillary tool in agricultural practices.

Key words: geostatistics, kriging, mapping.

Introdução

As plantas daninhas causam danos e prejuízos econômicos para as culturas de uma maneira geral, quando o seu controle é deficiente. Neste caso elas competem por água e nutrientes, reduzindo o potencial produtivo das culturas. Por outro lado, aplicações excessivas de herbicidas também resultam em dano ao meio ambiente, evidenciando a necessidade de se conhecer a distribuição espacial das plantas invasoras, visando aumentar a eficiência das medidas de controle. No sistema de semeadura direta, com a ausência do revolvimento mecânico do solo, o controle das plantas daninhas é feito exclusivamente com a aplicação de herbicidas e, de

maneira geral, a taxa de aplicação é fixa independentemente da existência de locais com infestação diferenciada. Neste sentido, estudos da distribuição espacial de plantas daninhas têm demonstrado que o padrão de distribuição ao acaso raramente acontece (BALASTREIRE; BAILO, 2001; WILES; BRODHAL, 2004), pois está condicionado às diferenças específicas de cada ambiente.

Variações do número de plantas daninhas dentro de uma mesma área são recorrentes tendo, estas, apresentado distribuição agregada em reboleiras (CLAY et al., 1999). Estudos geoestatísticos da distribuição de plantas daninhas permitem o seu mapeamento (CARDINA et al., 1996; SCHAFFRATH et al., 2007)

e, inclusive, a adoção de práticas de manejo localizado (MILANI et al., 2006; SOUZA et al., 2008), o que pode reduzir o volume de herbicidas aplicados que podem atingir o solo (BALASTREIRE; BAILO, 2001).

Shiratsuchi et al. (2005) descreveram a estrutura de continuidade espacial da população de plantas daninhas e do banco de sementes, estabelecendo correlação entre elas, o que possibilitou fazer inferências acerca de futuras infestações. Heisel et al. (1996), estudando a distribuição de plantas daninhas, também descreveram uma estrutura espacial definida, permitindo seu mapeamento, por krigagem. Com relação à amostragem, Heisel et al. (1996) apresentaram que, numa grade com dimensões 10 x 10 m, foi possível realizar inferências sobre a população de plantas daninhas com precisão suficiente para a aplicação localizada de herbicidas.

Partindo da hipótese de que há continuidade espacial na população de plantas daninhas em área cultivada sob semeadura direta, os objetivos deste trabalho foram quantificar e descrever a sua dependência espacial, visando seu mapeamento.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado com dados provenientes de um experimento de longa duração, conduzido no Centro Experimental Central do Instituto Agronômico (IAC), localizado em Campinas, Estado de São Paulo. A área de estudo possui 3,42 ha e apresenta declividade de 6,5% (22° 53' Sul, 47° 04' WGr; 600 m de altitude relativa média).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVd), A moderado, textura argilosa, segundo Embrapa (2006). De acordo com a classificação climática internacional de Köppen, a região de Campinas apresenta transição entre os tipos climáticos Cwa e Cfa, característica de clima tropical de altitude com inverno seco e verão úmido. A referida área de estudo vem sendo cultivada desde 1985 sob sistema semeadura direta, com o cultivo de grãos no verão e de plantas de cobertura no inverno. O manejo da área consistiu basicamente na semeadura da cultura de verão entre outubro-novembro de cada ano sobre os restos culturais da cultura de inverno, colheita entre fevereiro-março e semeadura da cultura de inverno entre março-abril.

A área foi demarcada numa grade regular de 302 pontos amostrais espaçados 10 x 10 m (Figura 1).

A amostragem de plantas daninhas foi realizada entre os meses de dezembro e janeiro de cada ano, utilizando-se uma armação de madeira circular

com área igual a 1 m² lançada aleatoriamente nas proximidades de cada ponto amostral. As plantas daninhas foram contadas manualmente, identificadas conforme Lorenzi (1995) e separadas conforme os ecotipos 'folha estreita' e 'folha larga'. Adicionalmente, foi considerada também a somatória destes ecotipos como sendo a quantidade total de plantas daninhas na área.

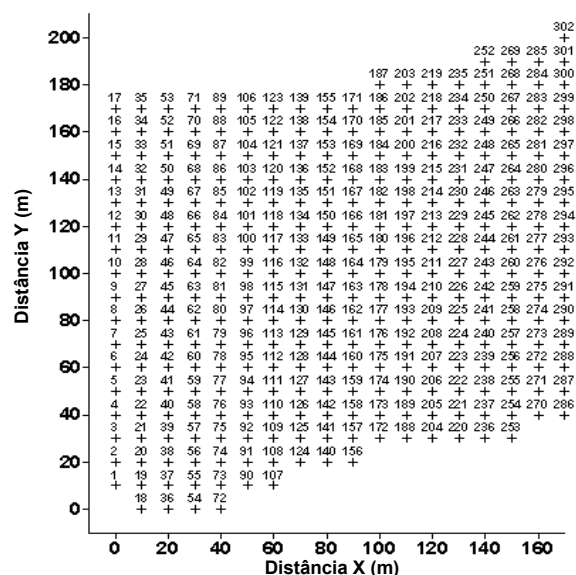


Figura 1. Grade amostral da área estudada num Latossolo Vermelho distroférico, sob semeadura direta em Campinas, Estado de São Paulo.

O manejo das plantas daninhas para a cultura de verão foi realizado anualmente com a aplicação de 1,5 L ha⁻¹ de 2,4D + 1 L ha⁻¹ de glifosato antes da semeadura.

Foram utilizados os dados dos anos de 2003 a 2008, compreendendo-se, portanto, um período de cinco anos de manejo do solo no sistema de semeadura direta. Excepcionalmente, no ano de 2005, a amostragem de plantas daninhas não foi realizada na mesma época que as demais (outubro-novembro), não tendo sido utilizada neste estudo. Dados climáticos do período do estudo podem ser observados na Figura 2.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva (AED) e análise geoestatística. A análise estatística descritiva consistiu em cálculo da média, variância, desvio-padrão, coeficiente de variação (CV), valor máximo, valor mínimo, assimetria e curtose. A utilização da AED como etapa inicial de análise de dados é relevante no estudo da distribuição espacial das plantas daninhas, tendo em vista que as mesmas não ocorrem de maneira aleatória e sim agregadas em reboleiras.

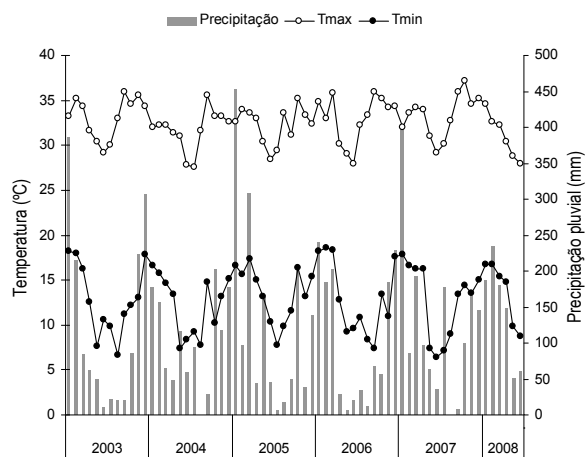


Figura 2. Precipitação pluvial média mensal, temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) durante o período estudado na área experimental, Campinas, Estado de São Paulo.

O caráter agregado da distribuição, que mostra quando as plantas estão distribuídas em forma de manchas ou reboleiras, também foi estudado por meio do índice de dispersão $ID = \sigma^2/\mu$, que indica a relação da variância (σ^2) pela média (μ) (CARDINA et al., 1995; SHIRATSUCHI et al., 2005). Neste estudo se considerou que valores de ID maiores que a unidade caracterizam distribuição agregada.

A análise geoestatística, por sua vez, foi realizada segundo Vieira (2000) por meio da construção de semivariogramas, partindo-se da pressuposição da hipótese de estacionaridade intrínseca, a partir do cálculo da semivariância $\gamma(h)$ (Equação 1):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

em que:

$N(h)$ é o número de pares dos valores $Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$, separados por um vetor h . Assim, é esperado que medições realizadas em locais próximos uns dos outros sejam mais parecidas entre si do que aquelas separadas por grandes distâncias, isto é, que a semivariância aumente com a distância h até um valor máximo, no qual se estabiliza em um patamar correspondente à distância-limite de dependência espacial, que é o alcance do semivariograma (VIEIRA, 2000).

A análise semivariográfica envolveu também a retirada de tendência, se presente, por meio do ajuste de uma função polinomial aos dados e de trabalho com os resíduos, ou seja, a diferença entre os valores do modelo experimental e do semivariograma calculado.

Os ajustes dos modelos experimentais ao semivariograma basearam-se no maior valor do coeficiente de correlação e no menor valor da raiz quadrada do erro médio e a escolha do melhor ajuste foi realizada, utilizando-se a técnica conhecida por *jack-knifing* de acordo com Vieira et al. (2002). Do modelo ajustado podem ser inferidos os parâmetros C_0 = efeito pepita ou valor de $\gamma(h)$ para $h = 0$; $C_0 + C_1$ = patamar, que é o valor de $\gamma(h)$ a partir do alcance e que se aproxima da variância dos dados e C_1 = variância estrutural. Também foi calculada a razão de dependência espacial (RD) (Equação 2), que é a proporção do efeito pepita (C_0) em relação ao patamar (C_0+C_1) e que, segundo Cambardella et al. (1994), pode ser classificada em: fraca ($RD > 75\%$), moderada ($26 < RD < 75\%$) e forte ($RD < 25\%$).

$$RD = \left(\frac{C_0}{C_0 + C_1} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

Verificada a existência de dependência espacial definida pelo semivariograma, os valores vizinhos aos pontos amostrados serão tão semelhantes entre si que poderão ser estimados para os locais não-amostrados, utilizando-se a krigagem ordinária como ferramenta interpoladora, na qual, segundo Vieira et al. (2002) estimam-se valores sem tendenciosidade e com variância mínima. A criação de mapas de contorno é importante para a verificação e a interpretação da variabilidade espacial da população de plantas daninhas. O conhecimento da distribuição espacial destas espécies permite a aplicação de tratamentos localizados, aumentando a eficiência do seu controle com redução de aplicação do volume de herbicidas em áreas com menor intensidade de infestação.

Resultados e discussão

Observando-se a evolução temporal das plantas daninhas na área sob estudo no período de 2003 a 2008, verifica-se que houve incremento no número de plantas do tipo folhas largas (Figura 3) e, dentre estas, houve destaque especial para a trapoeraba (*Commelina* spp., dados não apresentados).

A análise estatística descritiva (AED) indicou que houve elevada variabilidade, considerando os valores de coeficientes de variação (CV), assimetria e curtose (Tabela 1). A maioria dos coeficientes de variação foi alta ($CV > 60\%$), conforme o critério de classificação proposto por Warrick e Nielsen (1980), à exceção dos dados de 2007, que apresentaram CV de cerca de 45%.

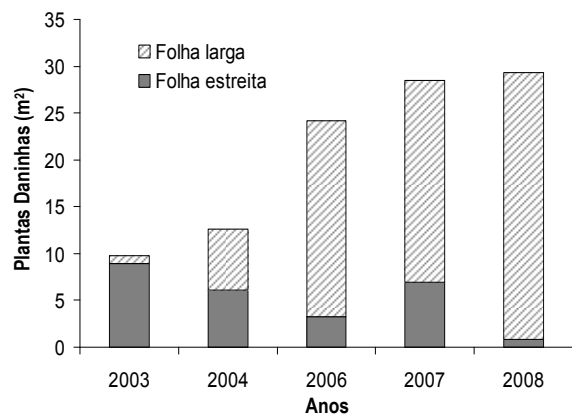


Figura 3. Evolução temporal do número total de plantas daninhas quantificadas na área sob semeadura direta num LVd argiloso no período de 2003-2008 em Campinas, Estado de São Paulo.

Tendo em vista o fato de se tratar da análise de dados provenientes de contagem do número de plantas daninhas, esse resultado já era esperado, pois, ao mesmo tempo em que são identificados locais que não apresentaram espécies invasoras, há os com elevado número delas, como pode ser depreendido dos valores máximo e mínimo (Tabela 1).

Tabela 1. Estatística descritiva da população de plantas daninhas em Latossolo Vermelho distroférrico, sob semeadura direta, em Campinas, Estado de São Paulo.

Estatística	Plantas daninhas m ⁻²				
	2003	2004	2006	2007	2008
Número de amostras	302	302	302	302	302
Média	9,77	12,57	24,20	28,49	29,29
Variância	35,76	116,00	341,20	166,80	365,00
Índice de Dispersão (ID)	3,66	9,23	14,10	5,85	12,46
Desvio-padrão	5,98	10,77	18,47	12,92	19,11
Coef. Variação	61,20	85,67	76,34	45,34	65,24
Mínimo	0	0	1	1	0
Máximo	29	78	111	75	98
Coef. Assimetria	0,70	1,87	2,10	1,07	0,95
Coef. Curtose	0,08	5,33	5,59	1,28	0,55

De acordo com Gerhards et al. (1997), esta grande variação dos dados é típica nos estudos envolvendo plantas daninhas e reflete o seu tipo de distribuição em manchas ou reboleiras, o que também é constatado por Schaffrath et al. (2007). Isto também pode ser confirmado por meio do índice de dispersão (ID) que, em todos os casos analisados, apresentou valores maiores que a unidade, característicos de distribuições do tipo agregada (CARDINA et al., 1995; JOHNSON et al., 1996; SHIRATSUCHI et al., 2005; WILES et al., 1992). De acordo com Clay et al. (1999), a distribuição espacial do tipo agregada é característica da maioria das espécies de plantas daninhas e os resultados apresentados por Colbach et al. (2000) corroboram com essa assertiva.

Considerando-se esses resultados, a utilização de valores médios não representaria adequadamente a variabilidade da população de plantas daninhas na área em estudo. As plantas daninhas podem reduzir drasticamente a produtividade da cultura quando elas não são manejadas no período crítico de interferência, acarretando perdas da ordem de até 100% (BLANCO et al., 1976; KOZLOWSKI et al., 2002). Neste caso, valores superestimados resultariam na aplicação de doses de herbicidas acima da real necessidade, o que poderia resultar em contaminação do meio ambiente e, por outro lado, valores subestimados, na aplicação de subdosagens não apresentariam efeito adequado no controle das plantas daninhas.

Os modelos de semivariogramas ajustados para as plantas daninhas, separados em função do tipo de folha, larga ou estreita, são apresentados na Tabela 2 e na Figura 4.

Tabela 2. Parâmetros de ajuste de semivariograma para número total de plantas daninhas (NTPD) na área sob semeadura direta em Latossolo Vermelho distroférrico no período de 2003-2008 em Campinas, Estado de São Paulo.

	Modelo	C ₀	C ₁	a	r ²	RD	Classe
2003	Exponencial	20,00	14,50	50,00	0,70	57,97	Moderada
2004	----- efeito pepita puro -----						
2006	Esférico	190,00	106,50	28,50	0,64	64,08	Moderada
2007	Esférico	100,00	60,00	40,00	0,59	62,50	Moderada
2008	Esférico	222,00	146,00	77,00	0,92	60,33	Moderada

C₀ = efeito pepita; C₁ = variância estrutural; a = alcance do semivariograma; r² = coeficiente de correlação do modelo experimental; RD = razão de dependência espacial; Classe = classificação da RD; epp = efeito pepita puro.

Independentemente do tipo de folha, larga ou estreita, as plantas daninhas apresentaram estrutura de dependência espacial definida. Isto está de acordo com as observações de Shiratsuchi et al. (2005) que também demonstraram a ocorrência de dependência espacial definida na análise de diferentes espécies de plantas daninhas.

Para as plantas daninhas separadas em função do tipo de folha, verificou-se grande diferença nos valores de semivariância entre as espécies de folhas largas e estreitas (Figura 4). Esta diferença deve-se à amplitude de valores das observações tendo em vista o maior número de plantas do tipo com folhas largas. Como reflexo desta diferença, os valores do efeito pepita (C₀), que representa o componente aleatório da variância, foram responsáveis por 48 a 78% da variância total para as espécies com folhas largas e por 57 a 78% para as folhas estreitas.

Os modelos matemáticos que apresentaram os melhores ajustes aos semivariogramas calculados foram o esférico e o exponencial (Figura 4).

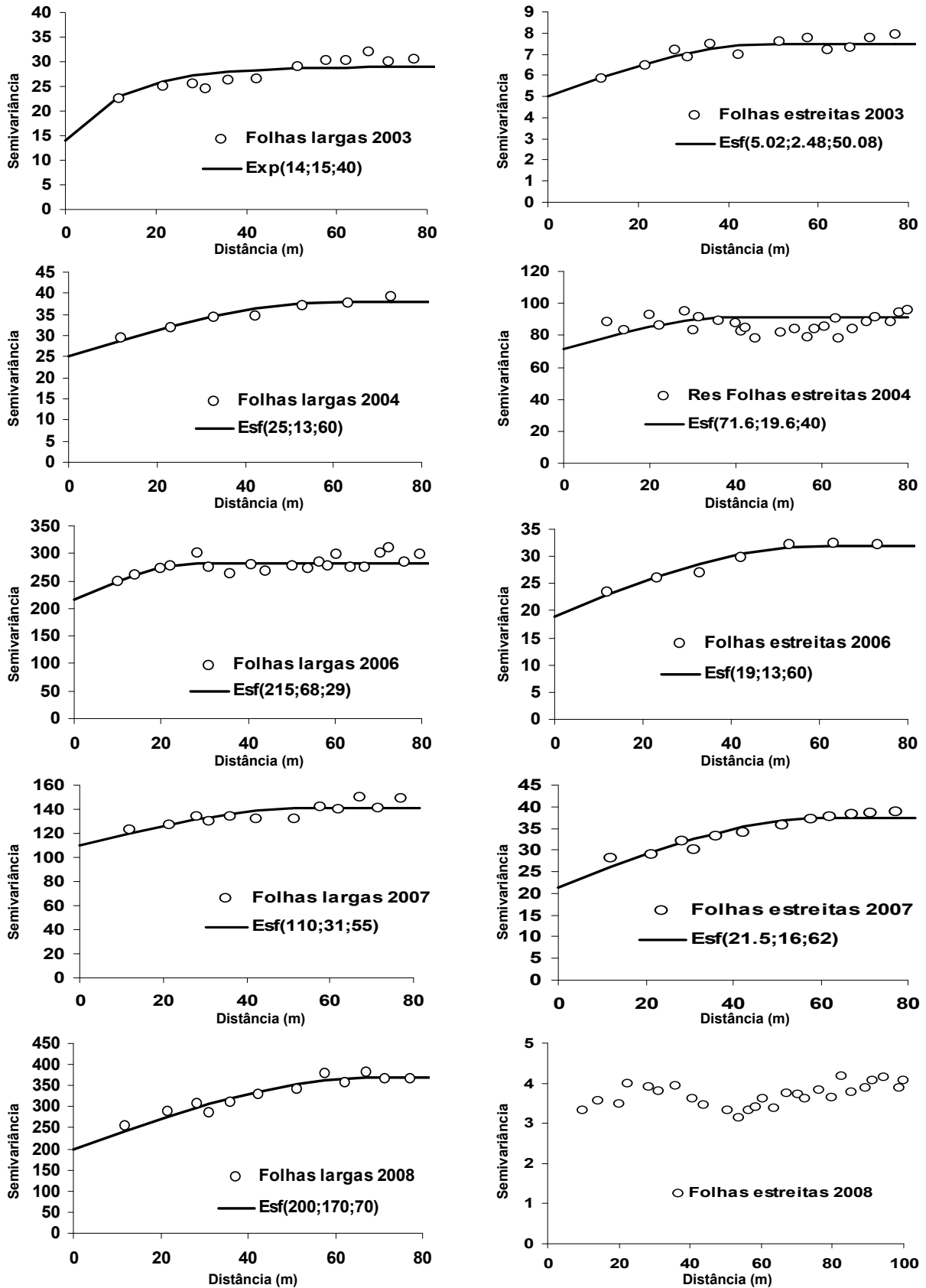


Figura 4. Semivariogramas das plantas daninhas, em função do tipo de folha, na área sob semeadura direta no período de 2003 a 2008, Campinas, Estado de São Paulo. Modelos Esf = esférico / Exp = exponencial e parâmetros (C_0 ; C_1 e alcance).

Estes resultados corroboram os apresentados por Zanin et al. (1998) que demonstraram que para *Amaranthus* spp. o melhor ajuste de semivariograma foi obtido com o modelo esférico com alcance de 40 m. Para *Portulaca oleracea*, o alcance do semivariograma foi de 14 m e 100% da variância explicada pelo modelo, permitindo-se a geração de mapas de densidade de plantas daninhas com alta confiabilidade (ZANIN et al., 1998).

Considerando-se o manejo da área para medidas de controle, foi utilizado o número total de plantas como variável dependente da modelagem espacial, exceção para os dados referentes ao ano de 2004 que apresentaram efeito pepita puro (Tabela 2). Pode-se verificar pela Figura 5 que o número total de plantas daninhas na área sob semeadura direta apresenta distribuição espacial agregada, permitindo que as ações de controle possam ser tomadas localmente e que a aplicação dos herbicidas possa ser realizada em taxa variável (SCHAFFRATH et al., 2007).

A identificação dessas zonas de manejo diferenciado é uma ferramenta auxiliar que traz o duplo benefício da economia de insumos e da

preservação do ambiente pela aplicação de volumes de herbicidas em função da real infestação da área. A variação no número total de plantas daninhas das áreas menos infestadas para as mais infestadas, de uma maneira geral, foi de cinco a dez vezes, podendo-se, inclusive, delimitar a tendência de agregação das plantas daninhas nas bordas da área em estudo (Figura 5). De acordo com Colbach et al. (2000), a maior agregação de plantas daninhas, medida em sistema de semeadura direta ao longo de quatro anos, ocorreu em espécies anuais, o que é indicativo da necessidade de monitoramento constante para o controle eficiente das diferentes espécies ao longo dos anos.

Verificou-se também que a utilização de valores médios não representaria adequadamente a distribuição das plantas daninhas, ora superestimando e ora subestimando sua real magnitude. De acordo com Balastreire e Baio (2001), a aplicação localizada, em função do mapeamento da distribuição espacial das plantas daninhas pode resultar numa economia de até 32% relacionada com a aquisição de herbicidas.

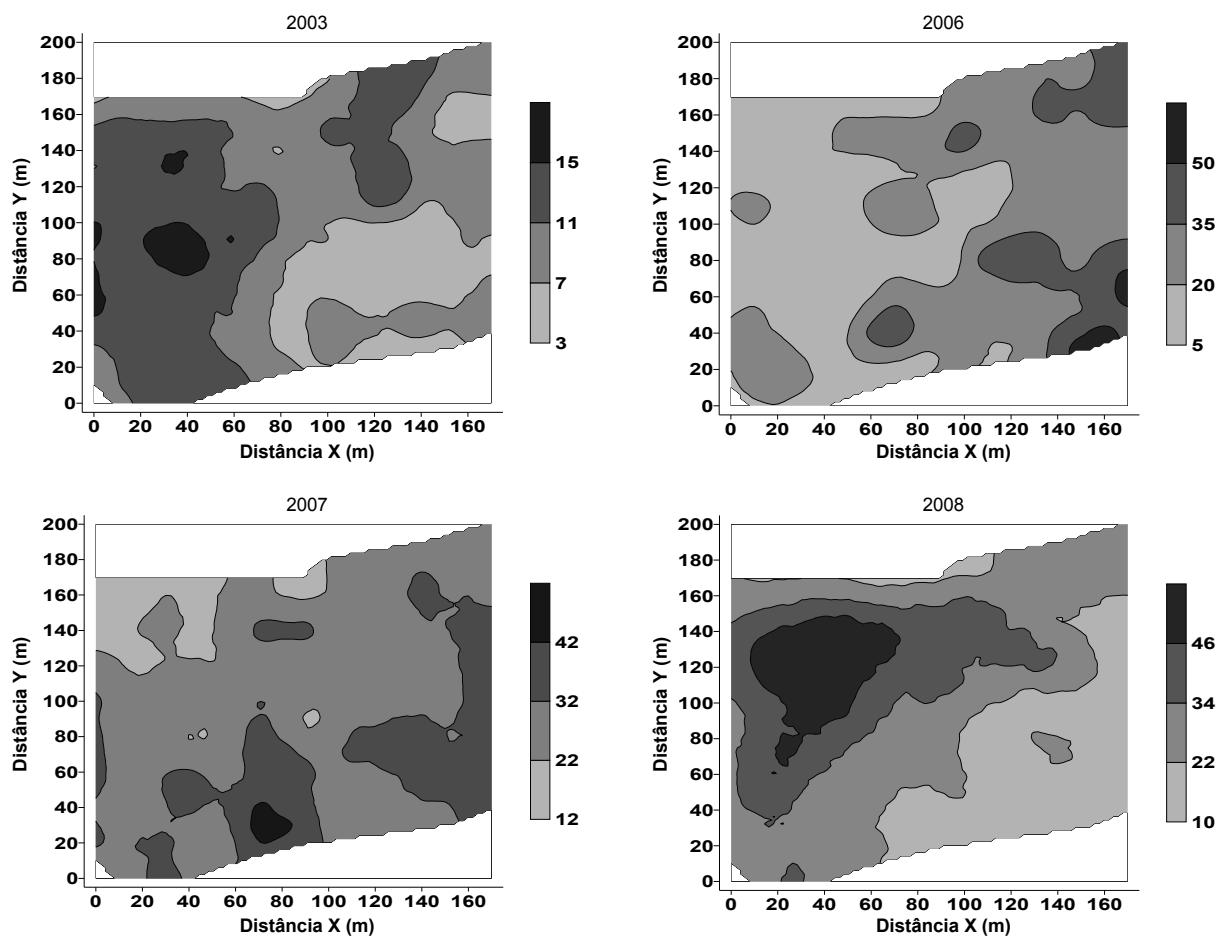


Figura 5. Mapas de contorno do número total de plantas daninhas na área de estudo em diferentes anos de amostragem.

Segundo Shiratsuchi et al. (2005), o mapeamento da população de plantas daninhas, a partir de procedimentos geoestatísticos, é um importante aliado no aumento da eficiência de uso de herbicidas da ordem de 22 a 44%. A aplicação de herbicidas, em taxas variáveis em função do mapeamento por krigagem ordinária da infestação de *C. arvensis* em lavoura de girassol sob semeadura direta, permitiu economia da ordem de 81% (JURADO-EXPOSITO et al., 2005).

Além da economia de recursos pela aplicação de volumes variados em função da infestação, o mapeamento da população de plantas daninhas permite o acompanhamento da evolução temporal destas, o que pode contribuir para o estabelecimento de estratégias de manejo que diminuam o período de competição com a cultura (JAREMTCHUK et al., 2008).

Desta forma, pode-se depreender que o mapeamento da variabilidade espacial, tanto da população infestante quanto do banco de sementes, é uma ferramenta válida e importante na tomada de decisões dentro do ambiente agrícola.

Conclusão

As plantas daninhas, tanto as de folhas largas quanto as de folhas estreitas, apresentaram estrutura de distribuição espacial definida, permitindo o uso da análise geoestatística; o mapeamento das plantas daninhas indicou uma estrutura de ocorrência do tipo agregada que pode favorecer a aplicação localizada de herbicidas.

Referências

BALASTREIRE, L. A.; BAILO, F. H. R. Avaliação de uma metodologia prática para o mapeamento de plantas daninhas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 349-352, 2001.

BLANCO, H. G.; ARAUJO, J. B. M.; OLIVEIRA, D. Estudo sobre a competição das plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.); determinação do período de competição. **O Biológico**, v. 43, n. 3-4, p. 105-114, 1976.

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**, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

CARDINA, J.; SPARROW, D. H.; McCOY, E. L. Analysis of spatial distribution of common lambsquarters (*Chenopodium album*) in no-till soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, v. 43, n. 2, p. 258-268, 1995.

CARDINA, J.; SPARROW, D. H.; McCOY, E. L. Spatial relationships between seedbank and seedling populations of common lambsquarters (*Chenopodium album*) and annual grasses. **Weed Science**, v. 44, n. 3, p. 298-308, 1996.

CLAY, S. A.; LEMS, G. J.; CLAY, D. E.; ELLSBURRY, M. M.; CARLSON, C. G. Sampling weed spatial

variability on a fieldwide scale. **Weed Science**, v. 47, n. 5, p. 674-681, 1999.

COLBACH, N.; FORCELLA, F.; JOHNSON, G. A. Spatial and temporal stability of weed populations over five years. **Weed Science**, v. 48, n. 3, p. 366-377, 2000.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

GERHARDS, R.; WYSE-PESTER, D. Y.; JOHNSON, G. A. Characterizing spatial stability of weed populations using interpolated maps. **Weed Science**, v. 45, n. 1, p. 108-119, 1997.

HEISEL, T.; ANDREASEN, C.; ERSBOL, A. K. Annual weed distribution can be mapped with krigging. **Weed Research**, v. 36, n. 3, p. 325-337, 1996.

JAREMTCHUK, C. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; ARANTES, J. G. Z. Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 449-455, 2008.

JOHNSON, G. A.; MORTENSEN, D. A.; YOUNG, L. J.; MARTIN, A. R. Parametric sequential sampling on multistage estimation of the negative binomial parameter k. **Weed Science**, v. 44, n. 4, p. 555-559, 1996.

JURADO-EXPOSITO, M.; LOPÉZ-GRANADOS, F.; GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. L.; GARCIA-TORRES, L. Characterizing population growth rate of *Convolvulus arvensis* in weath-sunflower no-tillage systems. **Crop Science**, v. 45, n. 5, p. 2106-2112, 2005.

KOZLOWSKI, L. A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURISSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1995.

MILANI, L.; SOUZA, E. G.; OPAZO-URIBE, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 591-598, 2006.

SCHAFFRATH, V. R.; TORMENA, C. A.; GONÇALVES, A. C. A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Variabilidade espacial de plantas daninhas em dois sistemas de manejo de solos. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 53-60, 2007.

SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A.; RESENDE, A. V. Correlação da distribuição espacial do banco de sementes de plantas daninhas com a fertilidade dos solos. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 429-436, 2005.

SOUZA, G. S.; LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B. Variabilidade espacial de atributos químicos em um Argissolo sob pastagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 589-596, 2008.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.;

SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2000. v. 1, p. 1-54.

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2002. v. 2, p. 1-45.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed). **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. p. 319-44.

WILES, L.; BRODAHL, M. Exploratory data analyses to identify factors influencing spatial distributions of weeds seed banks. **Weed Science**, v. 52, n. 6, p. 936-947, 2004.

WILES, L. J.; OLIVER, G. W.; YORK, A. C.; GOLD, H. J.; WILKERSON, G. G. Spatial distribution of broadleaf weeds in North Carolina soybean (*Glycine max*) fields. **Weed Science**, v. 40, n. 5, p. 554-557, 1992.

ZANIN, G.; BERTI, A.; RIELLO, L. Incorporation of weed spatial variability into the weed control decision-making process. **Weed Research**, v. 38, n. 1, p. 107-118, 1998.

Received on October 14, 2008.

Accepted on March 4, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.