

USO DA GEOESTATÍSTICA NA AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* EM CANA-DE-AÇÚCAR ⁽¹⁾

LEILA LUCI DINARDO-MIRANDA⁽²⁾; ANTONIO CARLOS MACHADO VASCONCELOS⁽²⁾;
SIDNEY ROSA VIEIRA⁽³⁾; JULIANO VILELA FRACASSO⁽⁴⁾; CÉLIA REGINA GREGO⁽³⁾

RESUMO

A distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) foi estudada em campo de colheita mecanizada de cana crua, utilizando-se de geoestatística. O experimento foi desenvolvido em área de 1,5 ha, dividida em 100 parcelas de 150 m² cada uma. No sulco central de cada parcelam, foram feitos sete levantamentos populacionais entre 24/11/04 e 22/3/05, período de maior ocorrência da praga. O índice de Morisita foi maior que 1 em todas as épocas de amostragem, posto que *M. fimbriolata* distribuiu-se de forma agregada na cultura e esse padrão não se alterou ao longo do tempo, nem foi influenciado pelo nível de infestação. As análises geoestatísticas dos dados permitiram construir mapas e estimar a dependência espacial das amostras somente nas amostragens efetuadas a partir de 11/1/05, por ocasião do início da segunda geração da praga. Os alcances obtidos nessas condições variaram de 33 a 53 m, revelando que seriam necessários até três pontos de amostragem por hectare para uma estimativa confiável da densidade populacional. No início do período de ocorrência da cigarrinha, não foi possível elaborar mapas pelo fato de a distância entre os pontos de amostragem ter sido grande demais para permitir a detecção de dependência espacial entre eles. Com base nisso, pode-se inferir que, nesse período, seriam necessários mais de 3 pontos por hectare para estimar a população da área.

Palavras-chave: cigarrinha-das-raízes, *Saccharum*, semivariograma, krigagem.

ABSTRACT

USE OF GEOSTATISTICS TO EVALUATE *Mahanarva fimbriolata* (STÅL) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) SPATIAL DISTRIBUTION ON SUGARCANE

Spatial distribution of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) was studied in a 1.5 ha mechanically harvested green cane field, covering an area of 1.5ha, which was divided into 100 plots of 150 m² each. Seven evaluations of insect population were made between 24/11/2004 and 22/03/2005, which corresponds to the period of high infestation levels; insects were counted in the central row of each plot. The Morisita index was greater than 1 for all evaluations, indicating that the *M. fimbriolata* has aggregated spatial distribution and this pattern did not change over time and it was not affected by the infestation level. The geostatistical analysis allowed the construction of contour maps through kriging interpolation using the spatial dependence expressed in the semivariograms for the samplings made after 01/11/2005, when the insect was in second generation. The ranges varied from 33 to 53 m and, using this information, it was estimated that it was necessary to sample 3 points/ha to adequately estimate the insect population. At the beginning of the studied period, when the insect population was still low, it was not possible to construct population maps using kriging interpolation because the distance between sampling points was too large to detect spatial dependence. For this reason, it was concluded that for this period, more than 3 samples.ha⁻¹ would be necessary to estimate the insect population.

Key words: sugarcane root froghopper, *Saccharum*, semivariogram, kriging.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 27 de julho de 2006 e aceito em 23 de fevereiro de 2007.

⁽²⁾ Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Cana-de-Açúcar, IAC, Caixa postal 206, 14001-970 Ribeirão Preto (SP). E-mail: leiladinardo@iac.sp.gov.br (*) Autora correspondente.

⁽³⁾ Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais, IAC, Caixa postal 28, 13012-970 Campinas (SP).

⁽⁴⁾ Fundag/IAC - Centro de Cana-de-açúcar, Ribeirão Preto (SP).

1. INTRODUÇÃO

A cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) é, atualmente, uma das principais pragas da cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do Brasil. No Estado de São Paulo, ocorre principalmente em áreas de colheita mecanizada de cana crua e, nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso Sul, em soqueiras de cana queimada e também em cana-planta (DINARDO-MIRANDA, 2006).

Além de reduzir sensivelmente a produtividade de colmos (DINARDO-MIRANDA et al., 2001, 2003, 2004), a cigarrinha-das-raízes altera a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, reduzindo o teor de açúcar nos colmos e aumentando o de fibra (DINARDO-MIRANDA et al., 2000; GONÇALVES et al., 2003).

Também são freqüentes os prejuízos causados pela praga aos processos industriais, pois os colmos mortos e secos, em decorrência de seu ataque, diminuem a capacidade de moagem e, como muitas vezes, estão rachados e deteriorados, os contaminantes dificultam a recuperação de açúcar e inibem a fermentação (DINARDO-MIRANDA, 2003).

Em decorrência da importância da praga, alguns trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos, abordando principalmente medidas químicas, biológicas e culturais de controle. Entretanto, são raros os estudos sobre a distribuição espacial desses insetos em campo, e tais estudos são imprescindíveis para o desenvolvimento de planos de amostragem, visando à aplicação em programas de manejo integrado de pragas (TAYLOR, 1984; SOUTHWOOD, 1978; GILES et al., 2000).

Um dos poucos trabalhos nessa área, na literatura recente, foi realizado por STINGEL (2005), que estudou a distribuição espacial de *M. fimbriolata*, em duas áreas de cana-de-açúcar cultivadas com as variedades RB855536 e SP81-3250, em Ourinhos e Guariba (SP). Calculando o índice de Morisita e ajustando a distribuição espacial de ninfas ao modelo de distribuição binomial negativa, o autor concluiu que a praga se distribui de forma agregada em cana-de-açúcar e que seriam necessários 18 pontos de amostragem por hectare para estimar adequadamente as populações em determinada área.

Como apresentado por SILVEIRA NETO et al. (1976), a distribuição de uma população de insetos em campo pode ser agregada, uniforme ou ao acaso, de acordo com vários índices estatísticos com base na média, variância e distribuição de freqüência, tais como a razão variância:média e índice de Morisita. Tais índices fornecem subsídios para classificar uma população quanto à sua forma de distribuição, mas, por desconsiderar a localização espacial dos pontos

de amostragem, não permitem diferenciar padrões espaciais distintos. Além disso, são altamente dependentes do tamanho da amostra (LEIBHOLD et al., 1993; ELLSBEURY et al., 1998).

Quando os insetos se distribuem em campo de maneira não aleatória, há dependência espacial entre os pontos amostrados e, nesse caso, a geoestatística é a ferramenta mais adequada para estudar as populações, pois permite quantificar a dependência espacial entre amostras coletadas em campo e utilizar essa dependência para construção de mapas (LEIBHOLD et al., 1993; ROBBERTS et al., 1993 (Não tem nas referências); ELLSBEURY et al., 1998).

A ferramenta básica da geoestatística é o semivariograma, que relaciona a distância entre pares de amostras com a semivariância estatística (variação entre os pares), para todos os pares possíveis a cada distância sugerida (ELLSBEURY et al., 1998)

Dada a falta de informações a respeito da distribuição espacial de cigarrinha-das-raízes, o presente estudo teve por objetivo caracterizar a distribuição espacial de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar, utilizando análise geoestatística, a fim de orientar procedimentos de amostragem em campo.

2. MATERIAL E MÉTODO

A distribuição espacial da cigarrinha-das-raízes foi estudada em uma área comercial de colheita mecanizada de cana sem queima prévia (cana crua), na Usina Colorado, em Guaíra, SP, cultivada com a variedade RB855536, cujo terceiro corte havia sido efetuado em 16/9/2004.

Para amostragem, selecionou-se uma área de 100 sulcos de 100 m de comprimento, em espaçamento de 1,5 m, totalizando 1,5 ha. A área foi dividida em 100 parcelas de cinco sulcos de 20 m de comprimento (150 m²) cada uma. No sulco central de cada parcela foram feitos sete levantamentos populacionais entre 24/11/04 e 22/0/05, período de maior ocorrência da praga. Em todas as amostragens, avaliaram-se 2 m de sulco em cada parcela, nos quais contaram ninfas e eventuais adultos nas raízes. Para visualizar os insetos nas raízes, a palha foi cuidadosamente afastada da linha de cana e retiraram-se os insetos da região radicular, na subsuperfície do solo, com auxílio de um palito de madeira, com cerca de 20 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro.

Com os dados, calcularam-se parâmetros estatísticos básicos (média, desvio-padrão, coeficiente de variação, etc.) e os índices de Morisita, como descrito em SILVEIRA NETO et al. (1976).

A seguir, procederam-se às análises geoestatísticas dos dados, usando semivariogramas e interpolação por *krigagem* para construção de mapas, como descrito por VIEIRA et al. (1983). As análises de semivariograma foram feitas utilizando o programa GEOSTAT (VIEIRA et al., 1983). Com os modelos ajustados para os semivariogramas, utilizou-se o teste de *jack knifing* para verificar se as estimativas dos parâmetros dos semivariogramas estavam adequados e para estimar qual o número de vizinhos a serem utilizados na *krigagem* (VIEIRA, 2000). Confirmados os parâmetros do modelo e estimados os números adequados de vizinhos, interpolaram-se valores para os locais onde eles não foram medidos, pelo método de *Krigagem*, usando o programa GEOSTAT (VIEIRA et al., 1983). Os valores estimados por *krigagem* foram utilizados no programa Surfer (GOLDEN SOFTWARE, 1999) para confecção dos mapas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de as populações de *M. fimbriolata* se beneficiarem da alta umidade no solo e, conseqüentemente, se elevarem em períodos chuvosos (BARBOSA et al., 1979; DINARDO-MIRANDA, 2003), no presente experimento as infestações de ninfas e eventuais adultos de cigarrinha, nas raízes da cana-de-açúcar, mantiveram-se relativamente baixas (menores ou iguais a 2,5 insetos.m⁻¹) até o fim de dezembro de 2004 (Tabela 1), embora as chuvas em novembro e dezembro tenham sido abundantes, totalizando volume de 796 mm. As infestações se elevaram a partir de janeiro, em que se registraram 534 mm de chuva. O pico populacional ocorreu no início de fevereiro. Todavia, no final de fevereiro e em março, as infestações mantiveram-se baixas, em decorrência da ausência de chuva no período.

Em todas as épocas de amostragem, o coeficiente de variação foi bastante elevado, com grandes diferenças entre as populações máxima e

mínima, indicando haver muita variabilidade na área quanto às populações da praga (Tabela 1).

O índice de Morisita foi maior que 1 em todas as épocas de amostragem, sendo os valores obtidos significativos a 1% de probabilidade, revelando que a cigarrinha-das-raízes distribuiu-se de forma agregada ou contagiosa na cultura da cana-de-açúcar e que esse padrão não se alterou ao longo do tempo, nem foi influenciado pelo nível de infestação (Tabela 2). Resultados semelhantes foram verificados por STINGEL (2005), para *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar, em trabalho desenvolvido em Ourinhos e Guariba (SP), respectivamente com as variedades RB855536 e SP81-3250.

Entre os sete semivariogramas calculados (um para cada data de amostragem), aqueles correspondentes às três primeiras épocas de amostragem não se adaptaram a qualquer modelo (efeito pepita puro, Tabela 3), significando que, nesses três casos, ou a distribuição dos insetos em campo foi ao acaso ou a distância entre os pontos de amostragem era grande demais para possibilitar a detecção da dependência espacial entre eles. Como se nota pelos índices de Morisita (Tabela 2), em todas as datas de amostragem a praga distribuiu-se de forma agregada ou contagiosa. Desse modo, pode-se inferir que, nas três primeiras amostragens, não foi possível detectar a dependência espacial entre as amostras porque a distância entre elas foi grande demais, ou seja, as reboleiras eram menores do que as distâncias adotadas entre as amostras. Esses dados reforçam a afirmação de LIEBHOLD et al. (1993) de que a ocorrência de efeito pepita puro em trabalhos com insetos é bastante comum e se deve principalmente ao fato de que a dependência espacial ocorre em uma escala espacial menor do que a escala de amostragem muitas vezes adotada. Convém salientar que, no presente trabalho, fez-se um ponto de amostragem a cada 150 m² por não haver quaisquer informações sobre a dependência espacial de amostras, na literatura sobre a praga em cana-de-açúcar.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos descritivos das populações de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar

Data de amostragem	Média	Desvio- padrão	CV	Valor mínimo	Valor máximo	Simetria	Curtose
	insetos.m ⁻¹	%					
24/11/04	2,5	0,21	80,2	0	1,0	1,10	1,58
14/12/04	0,7	0,11	154,3	0	5,0	1,95	4,17
28/12/04	1,4	0,15	107,9	0	6,5	1,17	0,90
11/1/05	7,4	0,44	58,9	0	28,0	1,70	5,03
1.º/2/05	17,3	0,83	47,8	2,5	39,0	0,42	-0,58
25/2/05	1,8	0,20	110,5	0	9,5	1,46	2,09
22/3/05	4,4	0,32	74,8	0	18,0	1,45	3,24

Tabela 2. Índices de Morisita e valores de F_0 calculados com base nas populações *M. fimbriolata*, nas sete datas de amostragem

Data da amostragem	Infestação média de <i>M. fimbriolata</i> insetos.m ⁻¹	Índice de Morisita	F_0
24/11/04	2,5	1,30*	1,74
14/12/04	0,7	2,04*	1,71
28/12/04	1,4	1,43*	1,61
11/1/05	7,4	1,21*	2,56
1.º/2/05	17,3	1,17*	3,96
25/2/05	1,9	1,61*	2,17
22/3/05	4,4	1,33*	2,47

(¹) Significativo a 1% de probabilidade.

Trabalhando com *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lepidoptera: Gelechiidae), durante um ciclo de crescimento de algodão, BORTH E HUBER (1987) também não notaram dependência espacial entre as amostras coletadas no início do aparecimento da praga na cultura, mas encontraram dependência espacial nas amostragens realizadas quando ocorreram as segunda e terceira gerações do inseto. Os autores atribuíram o fato à expansão da população para espaços não ocupados. Resultado semelhante ocorreu no presente trabalho, em que a dependência espacial entre as amostras foi detectada a partir das amostragens efetuadas em 11/1/05. Visto que o ciclo da praga, sob umidade e temperaturas elevadas, tal como as ocorrentes no presente experimento, se completa em 60 dias (GARCIA et al., 2006), nas amostragens realizadas a partir de 11/1/05, a praga já estava em sua segunda geração e, com o crescimento populacional, passou a ocupar espaços que anteriormente não ocupava.

Para as quatro últimas datas de amostragem, realizadas entre 11/1/05 e 22/3/05, ajustaram-se modelos matemáticos e o modelo esférico foi o que melhor se ajustou aos semivariogramas dos dados observados nessas quatro amostragens (Figura 1,

Tabela 3). Embora os valores de r^2 observados tenham sido baixos, os parâmetros estimados para o modelo esférico (C_0 , C_1 , a) foram endossados pelo teste de *jack knifing*, uma vez que os valores de média dos erros reduzidos estavam próximos de zero e de variância dos erros reduzidos, próximos de 1 (Tabela 3).

A porção da variabilidade atribuída à dependência espacial, dada pela relação $C_0/(C_0 + C_1)$, variou de 0,4171 a 0,7139 (Tabela 3). Esses valores, segundo CAMBARDELLA et al. (1994), indicam moderada dependência espacial entre as amostras.

O alcance (a), que representa a distância na qual há dependência espacial entre as amostras, variou de 33 m, na amostragem realizada em 11/01/05 a 53 m, na amostragem de 25/02/05 (Tabela 3), revelando, portanto, que amostras separadas entre si por distâncias menores do que 33 ou 53 m, respectivamente, em independentes. Esses dados permitiram estimar que a área de agregação da cigarrinha-das-raízes ($A=r^2$, onde $r = a$), no presente campo experimental, foi de 3.451 m² em 11/1/05 e 8.753 m² em 25/2/05, sugerindo que, para obter uma estimativa confiável da população da praga, seriam necessários aproximadamente três pontos de amostragem por hectare em 11/1/05 e 1 ponto de amostragem em 25/2/05.

Tabela 3. Parâmetros para modelos de semivariogramas esféricos e de *jack kinifing* para cada data de amostragem

Data	Parâmetros do semivariograma			Parâmetros do jack kinifing (erros reduzidos)		r^2	$C_0/(C_0 + C_1)$	Área (m ²) ¹
	C_0	C_1	a (m)	média	variância			
24/11/04				Efeito pepita puro				
14/12/04				Efeito pepita puro				
28/12/04				Efeito pepita puro				
11/1/05	55,0	25,0	33,0	0,00204	0,909	0,4045	0,6875	3421
1.º/2/05	195,0	77,5	49,0	0,01633	1,030	0,3973	0,4171	7543
25/2/05	11,5	4,9	53,0	0,00027	1,079	0,2181	0,7012	8753
22/3/05	31,0	12,0	36,0	0,01483	0,925	0,1864	0,7139	4072

(¹) Área calculada por Πr^2 , onde $\Pi=3,1416$ e $r = a$.

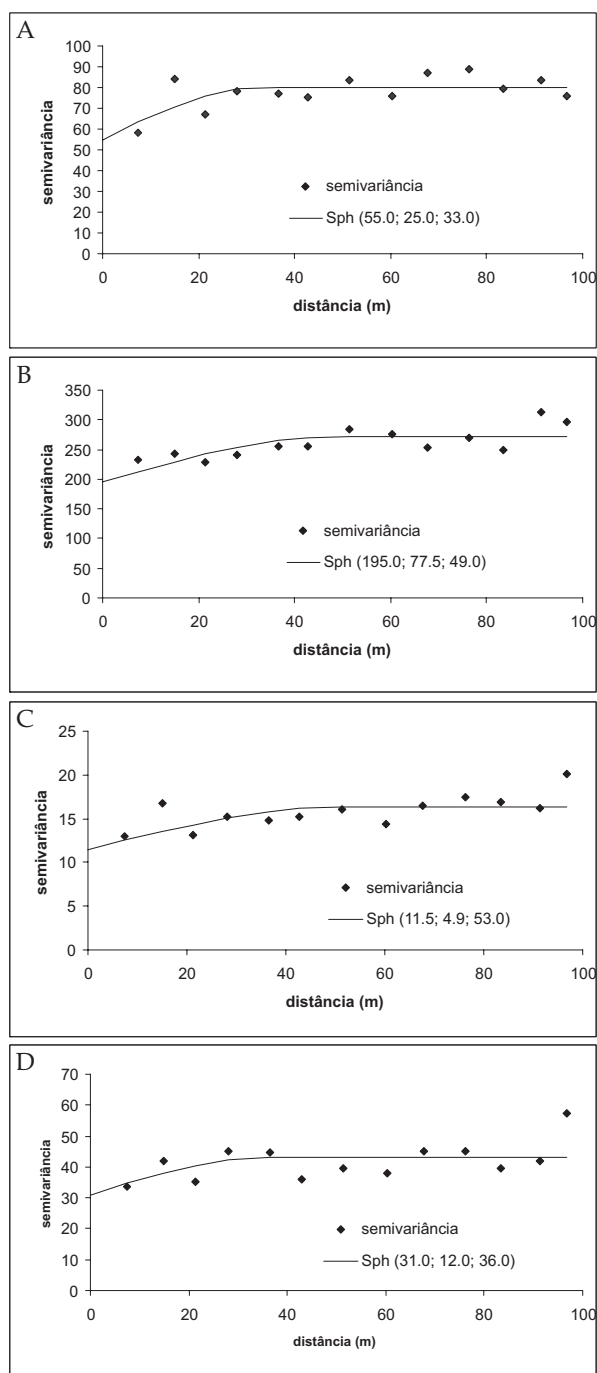


Figura 1. Semivariogramas para populações de *M. fimbriolata* (insetos.m⁻¹), em (A) 11/1/2005; (B) 1.º/2/2005; (C) 25/2/2005 e (D) 22/3/2005. Números entre parênteses são os parâmetros do modelo esférico (C_0 , C_1 , a).

A utilização de estudos geoestatísticos para definir planos de amostragem também foi o objetivo de WRIGHT et al. (2002) que trabalharam com *Ostrinia nubilalis* (Hubner) (Lepidoptera: Crambidae), na cultura do milho e concluíram que, para o estágio larval da praga, as amostras seriam espacialmente dependentes quando coletadas a distâncias de 0,2 a 3,05 m. Com base nesses dados, os autores afirmaram

que o esquema de amostragem feito em plantas consecutivas, recomendado até então, não representaria unidades amostrais independentes, violando portanto o princípio da casualidade das amostras.

Também com a finalidade de orientar procedimentos de amostragem, FARIAS et al. (2004) desenvolveram trabalhos em citros e estimaram em 53 a 65 m o alcance das amostras para avaliar as infestações das cigarrinhas *Dilobopterus costalimai* Young, *Acrogonia* sp. e *Oncometopia facialis* Signoret (Hemiptera: Cicadellidae). Esses autores concluíram que pelo menos um ponto de amostragem, representado por uma armadilha, deveria ser feito por hectare, a fim de obter uma estimativa confiável das populações das referidas cigarrinhas.

A análise geoestatística dos dados populacionais, no presente trabalho, levaram a conclusões bastante distintas das obtidas por STINGLE (2005), que também trabalhou com *M. fimbriolata*, em condições semelhantes (variedade RB855536, cultivada no Estado de São Paulo), porém procedeu a cálculos dos índices de Morisita e a ajustes da distribuição espacial de ninfas ao modelo de distribuição binomial negativa.

Considerando os dados observados em 21/1/04, quando ocorreu o pico populacional da praga, com infestação média de 11,1 ninfas.m⁻¹, STINGLE (2005) concluiu que seriam necessários pelo menos 18 pontos de amostragem por hectare para estimar as populações de cigarrinha. No presente trabalho, as análises geoestatísticas dos dados observados em 1.º/2/05, quando da ocorrência pico populacional, permitiram concluir que 1,3 pontos de amostragem por hectare seria suficiente para estimar adequadamente as populações da praga. Embora realizados em locais e anos agrícolas distintos, as diferenças quanto ao número de pontos de amostragem necessários para estimar as populações de cigarrinha nos dois trabalhos se deve, principalmente, à ferramenta de análise utilizada. Convém salientar que, em ambos os casos, não foi possível determinar satisfatoriamente o número de pontos de amostragem necessários para estimar as populações de cigarrinha no início do seu período de ocorrência.

Os dados permitiram elaborar mapas (Figura 2) e estimar a dependência espacial das amostras somente nas amostragens efetuadas a partir de 11/1/05, quando ocorreu a segunda geração da praga. Em 11/1/05, a infestação foi de 7,4 insetos.m⁻¹, superior ao nível de dano econômico da cigarrinha, que, para canaviais colhidos a partir de agosto, está ao redor de 3 a 4 insetos.m⁻¹ (DINARDO-MIRANDA, 2003).

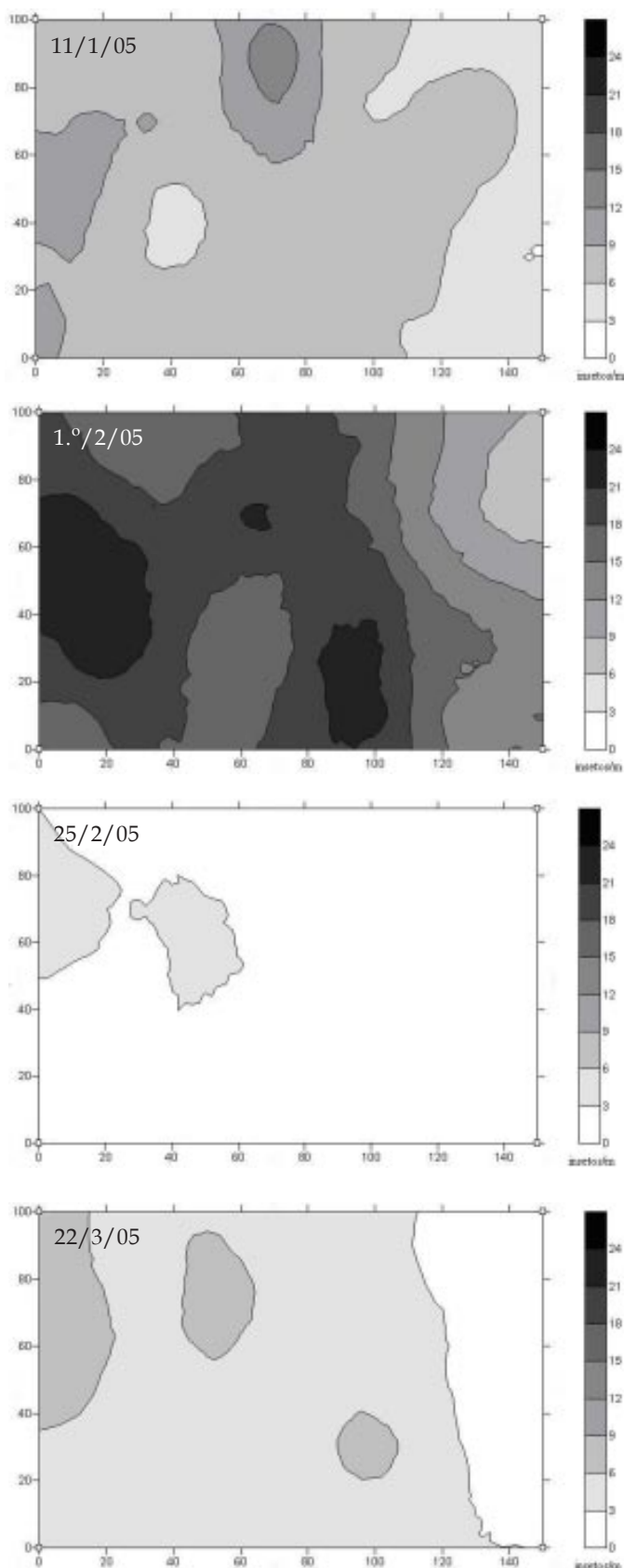


Figura 2. Mapas de *krigagem* mostrando a distribuição espacial de *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar.

Visto que para a implantação de um programa de manejo integrado da cigarrinhas-das-raízes, é necessário estimar suas populações antes de ser atingido o nível de dano econômico, precisa-se definir quantos pontos de amostragem representariam determinada área, no início do período de ocorrência da praga, quando ela ainda está em sua primeira geração. A construção de mapas para essas condições, no presente ensaio, não foi possível pelo fato de a distância entre os pontos de amostragem ter sido grande demais para permitir a detecção de dependência espacial entre eles. Como a análise dos dados revelou que, no início da segunda geração (amostragem feita em 11/1/05), seriam necessários aproximadamente três pontos de amostragem por hectare para estimar a população da área, pode-se inferir que, na primeira geração dela, seriam necessários mais de três pontos por hectare.

Os dados ora apresentados revelam a viabilidade do uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *M. fimbriolata* e na definição de planos de amostragem da praga, visando à organização de um programa de manejo integrado. Entretanto, mais estudos serão necessários para definir tal parâmetro, visto que não foi possível detectar a dependência espacial entre as amostras, no início do período de ocorrência da praga. Neste ensaio, somente uma área foi analisada e, em plantações comerciais, há grande número de variedades de cana-de-açúcar, cultivadas nos mais diversos ambientes de produção, fatores que afetam a distribuição espacial do inseto.

4. CONCLUSÃO

Nas populações de *M. fimbriolata* ocorreram modelos de distribuição agregada. No início do período de sua ocorrência não foi possível determinar a dependência espacial entre as amostras. A partir de 11/1/05, quando a praga estava em sua segunda geração, os alcances obtidos variaram de 33 a 53 m, indicando ser necessários até três pontos de amostragem por hectare para uma estimativa confiável da população.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.T.; RISCADO, G.M.; LIMA FILHO, M. Flutuação populacional da cigarrinha da cana-de-açúcar e seus inimigos naturais em Campos, RJ, em 1977. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 8, n.1, p.39-46, 1979

- BORTH, P.W.; HIBER, R.T. Modelling pink bollworm establishment and dispersion on cotton with the Kriging technique. **Proceedings of Beltwide Cotton Production Research Conference**, Memphis, TN: Natl. Cotton Council Am., p.267-274, 1987.
- 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
- DINARDO-MIRANDA, L.L. **Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2003. 72p.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. Manejo de nematóides e pragas de solo em cana-de-açúcar. In: CAMPOS, A.P.; VALE, D.W.; ARAÚJO, E.S.; CORRADI, M.M.; YAMAUTI, M.S.; FERNANDES, O.A.; FREITAS, S. **Manejo integrado de pragas**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.59-80.
- DINARDO-MIRANDA, L.L., COELHO, A.L.; FERREIRA, J.M.G. Influência da época de aplicação de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), na qualidade e na produtividade da cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, Vacaria, v.33, V.1, p.91-98, 2004.
- DINARDO-MIRANDA, L.L., NAKAMURA, G.; ZOTARELLI, L.; BRAZ, B.A.; EUZÉBIO, O. Viabilidade técnica e econômica de Actara 250WG, aplicado em diversas doses, no controle de cigarrinha-das-raízes. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.22, n.1, p.39-43, 2003.
- DINARDO-MIRANDA, L.L.; MOSSIM, G.C.; DURIGAN, A.M.P.R.; BARBOSA, V. Controle químico de cigarrinha das raízes em cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.19, n.4, p. 20-23, 2001.
- DINARDO-MIRANDA, L.L.; FERREIRA, J.M.G.; CARVALHO, P.A.M. Influência das cigarrinhas das raízes, *Mahanarva fimbriolata*, sobre a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 19, n.2, p.34-35, 2000.
- ELLSBEURY, M.M.; WOODSON, W.D.; CLAY, S.A.; MALO, D.; SCHUMACHER, J.; CLAY, D.E.; CARLSON, C.G. Geostatistical characterization of special distribution of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence. **Environmental Entomology**, Local? v. 27, n.4, p.910-917, 1998.
- GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.4, p.317-320, 2006.
- GILES, K.L., ROYER, T.A.; ELLIOT, N.C.; KINDLER, S.D. Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the greenbug (Homoptera: Aplanidae) infesting winter wheat in the southern plains. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 93, p.1522-1530, 2000.
- GONÇALVES, T.D.; MUTTON, M.A.; PERECIN, D.; CAMPANHÃO, J.M.; MUTTON, M.J.R. Qualidade da matéria prima em função de diferentes níveis de danos promovidos pela cigarrinha-das-raízes. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.22, n.2, p.29-33, 2003.
- GOLDEN SOFTWARE INC. 1999. **Surfer for windows. Surfer. Surfer 7.0. Contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers. User's Guide**. New York: Golden Software, Golden, CO, 1999. 619p.
- LIEBHOLD, A.M.; ROSSI, R.E.; KEMP, W.P. Geostatistic and geographic information system in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.38, p.303-327, 1993
- ROBERTS, E.A.; RAVLIN, F.W.; FLEISCHER, S.J. Spatial data representation for integrated pest management programs. **American Entomology**, v.39, p.91-107, 1993.
- SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R.P.L.; PARANHOS, S.B. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419p.
- SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**. 2ed. New York: John Wiley & Sons, 1978, 525p.
- STINGEL, E. **Distribuição espacial e plano de amostragem para a cigarrinha-das-raízes, Mahanarva fimbriolata (Stål, 1954), em cana-de-açúcar**. 2005. 75f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – ESALQ-USP, Piracicaba.
- TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.29, p.321-357, 1984.
- VIEIRA, S.R. Uso de geoestatística em estudos de variabilidade espacial de propriedades do solo. In: NOVAIS, R.F. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.1-54.
- VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Oakland, v.51, n.1, p.1-75, 1983.
- WRIGHT, R.J., DEVRIES, T.A.; YOUNG, L.J.; JARVI, K.J.; SEYMOUR, R.C. Geostatistical analysis of the small-scale distribution of european corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology**, Local? v.31, n.1, p.160-167, 2002.