

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DO BICHO-MINEIRO [*Leucoptera coffeella*, (GUÉR.-MÈNEV., 1942)](LEPIDOPTERA: LYONETIIDAE) EM CAFEZAL (*Coffea arabica*, L.) ORGÂNICO EM FORMAÇÃO

Gabriella de Freitas ALVES¹, E-mail: gabriellacan@hotmail.com; João Domingos SCALON²; Maria Betania L. AVELAR¹; Mauricio Sergio ZACARIAS³

¹Mestrandas em Estatística e Experimentação Agropecuária, UFLA, Lavras; ²Departamento de Ciências Exatas, UFLA, Lavras; ³Embrapa Café/EPAMIG, Lavras.

Resumo:

Um dos desafios na produção orgânica de café é o controle de pragas sem o uso de pesticidas. Uma das pragas mais prejudiciais é o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), que pode causar severos danos aos cafeeiros, com perdas que podem alcançar 50% da produção total. Compreender a distribuição espacial do bicho-mineiro pode ser importante no contexto do controle biológico da praga. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o relacionamento entre a presença do bicho-mineiro e a localização do cafeeiro (*Coffea arabica*) em um cultivo orgânico no segundo ano de sua implantação. Foi usado o semivariograma como uma ferramenta para a determinação do grau de dependência espacial do bicho-mineiro. Pelos resultados obtidos, podemos afirmar que a ocorrência do bicho-mineiro apresenta autocorrelação espacial até 30 metros.

Palavras-chave: *Leucoptera coffeella*, análise espacial, semivariância, variograma.

VARIABILITY ANALYSIS OF THE COFFEE LEAF MINER, *Leucoptera coffeella* (Guér.-Mènev., 1942)(LEPIDOPTERA: LYONETIIDAE) IN ORGANIC COFFEE PLANTATIONS (*Coffea arabica* L.)

Abstract:

One of the challenges in organic coffee production is the control of pest outbreaks without the use of pesticides. One of the most dangerous pests is the coffee leaf miner (*Leucoptera coffeella*), which can cause severe damage to coffee plants, with losses that may reach 50% of the total production. Understanding the spatial pattern of the coffee leaf miner may be important in the context of the biological control of the pest. The aim of this work was to characterize the relationship between the presence of coffee leaf miner and the localization of the coffee plant (*Coffea arabica*) in an organic plantation in the second year of its implantation. The semivariogram was used as a tool for the determination of the coffee leaf miner degree of spatial dependence. For the obtained results, we can affirm that the occurrence of the coffee leaf miner presents spatial autocorrelation up to 30 meters.

Keywords: *Leucoptera coffeella*, spatial analysis, semivariance, variogram

Introdução

O bicho-mineiro [*Leucoptera coffeella* (Guér.-Mènev., 1942)] é considerado a principal praga do cafeeiro na atualidade, principalmente, nas regiões de temperaturas mais elevadas e de maior déficit hídrico. Constatada no Brasil a partir de 1851, é uma praga exótica que tem como região de origem o continente africano. Monófaga, ataca somente cafeeiros. O bicho-mineiro tem esse nome devido à característica do dano que causa. O adulto é uma mariposa de coloração branco-prateada, com pouco menos de 7 milímetros, que deposita seus ovos na parte superior da folha do cafeeiro. Ao nascer, as pequenas lagartas passam dos ovos diretamente para o interior das folhas, ficando alojadas entre a epiderme superior e inferior. Dentro da folha, as larvas se alimentam e, a partir disso, formam-se as galerias (ou minas) daí o nome bicho-mineiro (Souza et al., 1998), como consequência há queda das folhas minadas e uma resultante desfolha de até 70%. A consequente diminuição da fotossíntese ocasiona a queda de produção. A perda de produtividade do cafeeiro atingido pode chegar a 50%.

Esta praga ocorre na lavoura durante todo o ano e pode, em uma mesma região, ocorrer defasagem de um a três meses, tanto em relação ao início da evolução da praga quanto ao período crítico de dano econômico (Souza et al., 1998). De modo geral, as maiores populações têm sido encontradas nos períodos mais secos do ano (Reis et al., 2006). No entanto, não se sabe com exatidão qual o nível de dano econômico para as diversas regiões cafeeiras do Brasil, o que dificulta a determinação da época mais adequada para o início do controle químico. Admite-se, porém, cerca de 30 a 40% de desfolha em algumas épocas do ano, sem redução significativa na produção (Souza et al., 1998), nível este considerado para o monitoramento da infestação do bicho-mineiro.

Atualmente, o combate ao bicho-mineiro pelos cafeicultores no Brasil tem sido feito majoritariamente através do controle químico. No contexto do controle biológico de pragas agrícolas, tendo em vista a produção agrícola sustentável, a manutenção de estações de refugio tem importância fundamental na preservação e multiplicação de inimigos naturais que se movimentam para as plantações. A vegetação nativa pode atuar como reservatório natural de vespas predadoras do

bicho-mineiro. No controle químico as aplicações são feitas diretamente nas folhas, através de pulverizações, ou com granulados sistêmicos, que são aplicados no solo. Porém, a prática pode resultar em outros problemas, como o desequilíbrio biológico e o desenvolvimento de outras pragas, como o ácaro vermelho (Parra et al., 1992; Reis et al., 2006).

Acredita-se que possa existir uma relação entre a posição do cafeeiro em uma determinada área e a presença de bicho-mineiro. Assim, um trabalho para analisar o padrão de distribuição espacial de bicho-mineiro em cultivos de cafeeiro pode ser importante no contexto do controle biológico da praga tendo em vista a produção agrícola sustentável. Dentre as técnicas estatísticas mais usadas para análise de dados continuamente distribuídos no espaço encontra-se o variograma. Esta técnica tem como característica principal analisar a distribuição espacial entre as observações, determinando a distância de dependência entre elas (Cressie, 1991). Este trabalho tem por objetivo analisar as relações espaciais da intensidade de infestação de bicho-mineiro em cafeeiros, utilizando o variograma como ferramenta de determinação da dependência espacial.

Material e Métodos

Uma área de produção de café orgânico, sendo estudada desde o segundo ano de sua implantação em agosto de 2003, localizada em Santo Antonio do Amparo – MG, foi escolhida para a instalação do experimento. Um croqui da área experimental é apresentado na Fig. 1. Entre agosto e dezembro de 2005, correspondendo ao início do terceiro ano de sua implantação, foram amostradas, mensalmente, dez folhas de cafeeiro a sete diferentes distâncias da margem do cultivo (em cinco linhas de cafeeiros paralelas) para contagem do número de folhas minadas pelo bicho-mineiro.

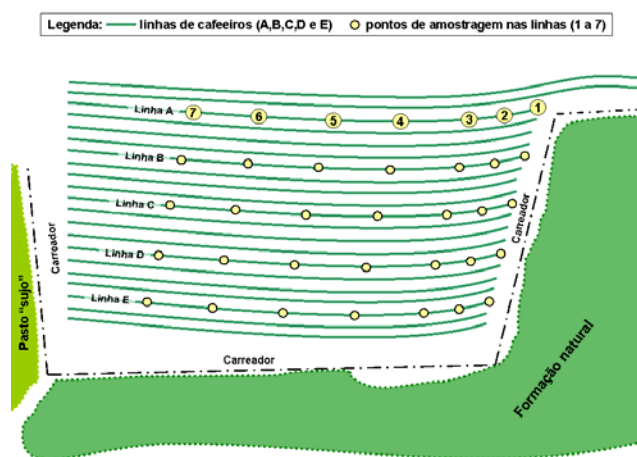


Figura 1 – Croqui da área experimental.

Primeiramente, realizou-se a análise exploratória do número de folhas minadas utilizando as estatísticas: média aritmética (\bar{X}), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de curtose (C) e coeficiente de assimetria (A).

A análise da variabilidade espacial foi feita através de semivariogramas que podem mostrar o comportamento das semivariâncias (γ) em função distância (h), definindo assim o modelo da variabilidade espacial do bicho mineiro (Vieira et al., 1983). Sob a hipótese que o número de folhas minadas é isotrópico (com comportamento igual em todas as direções), as semivariâncias são estimadas a partir da equação

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

sendo: $\gamma(h)$ a semivariância para uma distância h ; $N(h)$ o número de pares possíveis para a distância h ; h a distância de separação das observações; e $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$ as observações da variável aleatória regionalizada na posição x_i e $x_i + h$, respectivamente.

A distância h a partir da qual $\gamma(h)$ se torna, aproximadamente, constante é chamada de **alcance** da dependência espacial (**a**) sendo que as medições realizadas a distâncias maiores que **a**, tem distribuição espacial aleatória e, portanto, são independentes entre si. O valor de $\gamma(h)$ constante é chamado de **patamar** (**C**).

A utilização de dados amostrais na estimativa da semivariância e na construção do semivariograma, revela que, freqüentemente, para $h = 0$ a semivariância $\gamma(0)$ difere de zero. A impossibilidade de se fazer reamostragem exatamente sobre um ponto já amostrado (nestes casos podem ocorrer variações a distâncias menores do que a menor distância de amostragem) e erros como erros de amostragem, erros de análise de laboratório, etc., são justificativas dessa descontinuidade na origem. Quando, $\gamma(0) \neq 0$ surge um novo termo no semivariograma chamado de **efeito pepita** (**C₀**) e, neste caso, o **patamar** é dado por: **C₀ + C**.

Foram testados diferentes modelos teóricos (ex. exponencial, esférico, gaussiano, etc.) para os semivariogramas para encontrar o modelo de melhor ajuste. Estas técnicas estão descritas em detalhes em Cressie (1991) e Bailey et al.

(1995). Todos os cálculos das semivariâncias empíricas e os respectivos ajustes de modelos foram feitas no software *R* (R Development Core Team, 2006)

Resultados e Discussão

A tabela 1 mostra as estatísticas descritivas para o número de folhas minadas para o período de agosto a dezembro de 2005.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas para o número de folhas minadas.

	Agosto/2005	Setembro/2005	Outubro/2005	Novembro/2005	Dezembro/2005
Média	2,89	7,85	8,05	4,37	1,77
Desvio Padrão	1,92	1,39	1,64	2,13	1,28
Variância	3,69	1,94	2,70	4,53	1,65
Coef. Curtose	-1,01	-0,59	-0,51	0,13	-0,10
Coef. Assimetria	0,09	-0,14	-0,56	0,41	0,63
Coef. Variação (%)	67%	18%	20%	49%	72%

Pode-se observar pela tabela 1 que existe uma tendência à simetria nos dados referentes aos meses de agosto à novembro e que nos meses de agosto e dezembro o número de folhas minadas apresenta uma variabilidade maior que nos outros meses. Percebe-se claramente que os meses de setembro e outubro foram caracterizados pelas maiores incidências de bicho mineiro na plantação, o que era de se esperar (Reis et al., 2006).

A figura 2 mostra os semivariogramas experimentais omnidirecional (caso isotrópico) e seus modelos ajustados. A tabela 2 indica os parâmetros do modelo exponencial ajustado.

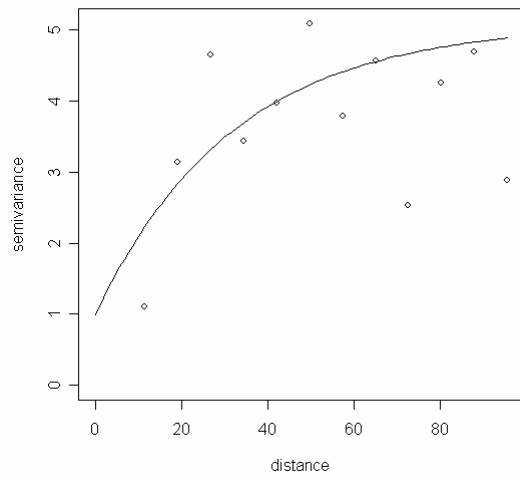
Analisando a figura 2 e a tabela 2 pode-se observar que os semivariogramas para o número de folhas minadas apresentam uma estrutura nítida partindo de, aproximadamente, entre 0.5 e 1 (efeito pepita), com variabilidade que aumenta linearmente até a distância aproximada de 32 metros. A partir dessa distância a variabilidade passa a ter um comportamento aleatório e a estrutura variográfica é interrompida com valor de γ entre 3 e 6. Esse comportamento indica que para o número de folhas minadas existe uma correlação espacial até uma distância aproximada de 32 metros entre os cafeeiros. Em outras palavras, pode-se dizer que a presença desse padrão espacial indica que cafeeiros próximos (até 32 metros) apresentam comportamentos mais semelhantes quanto ao número de folhas minadas do que seria esperado caso a distribuição dessa variável fosse aleatória, indicando que a intensidade de infestação de bicho-mineiro apresenta dependência espacial.

Estes são resultados iniciais que precisam ser completados. Assim, nas próximas etapas estaremos analisando a possibilidade de existência de direção na variabilidade espacial do número de folhas minadas (Bailey et al., 1995). Torna-se necessário também, validar os modelos ajustados (Cressie, 1991). Pretende-se também incluir novas variáveis associadas ao bicho mineiro tais como número de minas novas e um período maior de tempo para a análise. Uma vez definido e validado o modelo, a etapa seguinte refere-se a estimação de krigagem ou interpolação (Bailey et al., 1995). Como resultado espera-se obter uma superfície da plantação que mostre claramente as regiões que apresentam altos e baixos números de folhas minadas.

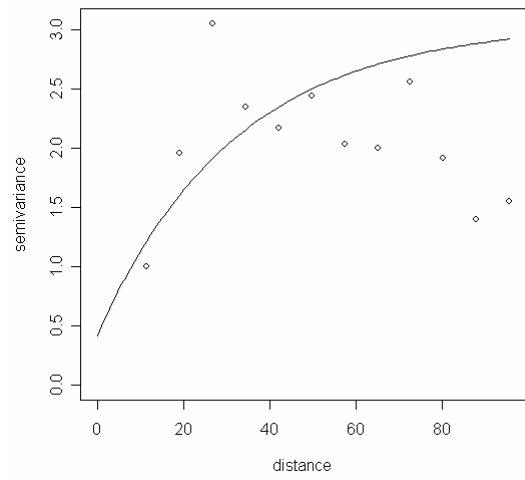
Tabela 2 - Parâmetros do modelo exponencial ajustado para os semivariogramas

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - e^{-3(h/a)} \right] \quad 0 < h < d$$

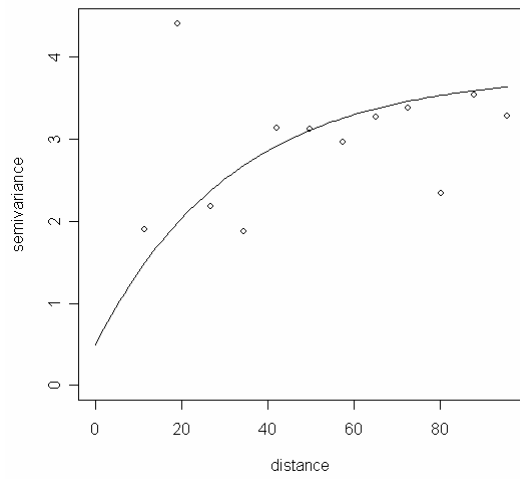
	Agosto/2005	Setembro/2005	Outubro/2005	Novembro/2005	Dezembro/2005
Alcance	31,83	31,83	31,83	31,83	31,83
Patamar	4,10	2,63	3,31	5,80	3,20
Efeito Pepita	0,99	0,42	0,49	0,60	0,40



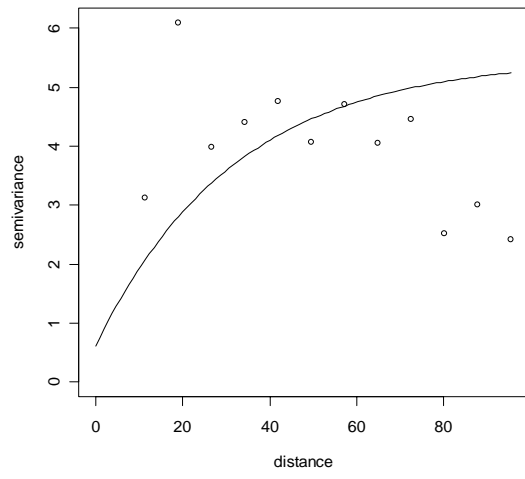
agosto



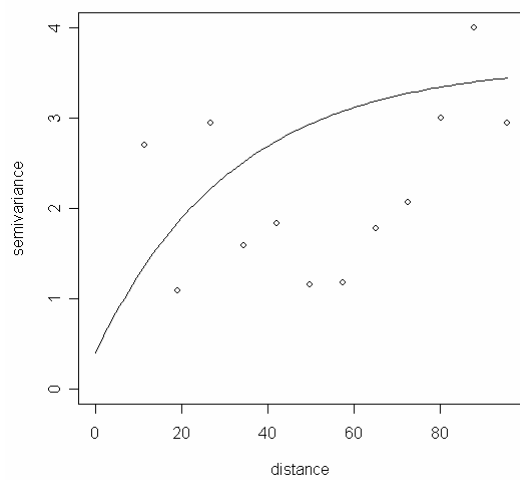
Setembro



outubro



novembro



dezembro

Figura 2 – Semivariogramas omnidirecionais observados (pontos) e teóricos (linha contínua) para o número de folhas minadas para os meses de agosto a dezembro de 2005. Santo Antônio do Amparo/MG

Conclusões

Os resultados obtidos nos permitem afirmar que o semivariograma pode ser uma ferramenta útil no estudo da variabilidade espacial do bicho-mineiro em plantações de café orgânico. Espera-se que os resultados obtidos possam contribuir para o melhor entendimento do comportamento dessa praga.

Agradecimentos

A CAPES pela bolsa de mestrado para G.F.A.

Referências bibliográficas

Bailey, T. C.; Gatrell, A. C. (1995). *Interactive spatial data analysis*. Essex: Longman Scientific.

Cressie, N. (1991). *Statistics for spatial data*. Chichester: John Wiley.

Guimarães, E. C (2004). *Geoestatística Básica e Aplicada*. Disponível em www.famat.ufu.br/prof/ednaldo

Parra, J. R. P.; Batista, G. C.; Zucchi, R. A. (1992). Pragas do cafeeiro. In: *Curso de entomologia aplicada à agricultura*. Piracicaba: FEALQ

R Development Core Team (2006). R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. www.r-project.org. Version 2.3.1

Reis, P. R.; Souza, J. C.; Zacarias, M. S. (2006). Alerta para o bicho-mineiro. *Cultivar* **8**: 13 -16.

Souza, J. C.; Reis, P. R.; Renê, L. O. (1998). *Bicho-mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado*. 2.ed. Belo Horizonte: EPAMIG (Boletim Técnico, 54).

Vieira, S. R.; Hatfield, J. L.; Nielsen, D. R.; Biggar, J. W. (1983). Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*. Berkeley, v. 31, n.3, 75 p.