

## VARIABILIDADE ESPACIAL DE *Hypothenemus hampei* NO CAFÉ CONILON

Bruno Sérgio Oliveira e Silva<sup>1</sup>; Thaisa Thomazini Herzog<sup>2</sup>; Diego Capucho Cesana<sup>3</sup>; Marcelo Barreto da Silva<sup>4</sup>; Ivoney Gontijo<sup>5</sup>; Fábio Luiz Partelli<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo da Coaabriel. Mestrando em Agricultura Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus-ES, bruno@agronomo.eng.br

<sup>2</sup> Discente em agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus-ES, thaisaherzog@agronoma.eng.br

<sup>3</sup> Mestrando em Agricultura Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus-ES, capuchoagronomo@gmail.com

<sup>4</sup> Professor, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus-ES, marcelobarretodasilva@gmail.com

<sup>5</sup> Professor, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus-ES, ivoney@ceunes.ufes.br

<sup>6</sup> Professor, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus-ES, partelli@yahoo.com.br

**RESUMO:** A produção de café Conilon no Espírito Santo tem aumentado muito nos últimos anos, principalmente devido o surgimento de novos clones mais produtivos e com adensamento. Nestas lavouras têm surgido com maior frequência problemas fitossanitários, com especial atenção à broca-do-café *Hypothenemus hampei*, considerada como a principal praga da cultura, provocando reduções quantitativas e qualitativas na produção, causando prejuízos que podem chegar a 21% somente pela perda de peso. O trabalho teve por objetivo determinar a variabilidade espacial da ocorrência de *H. hampei* em lavouras de *Coffea canephora*. A geostatística está sendo utilizada para compreender o padrão espaço-temporal de doenças e pragas em diversas culturas. Foi implantada uma malha amostral irregular, contendo 100 pontos amostrais georreferenciados. As plantas localizadas nos pontos amostrais tiveram frutos avaliados e classificados como: fruto broqueado ou fruto não broqueado. A partir dessa avaliação pode-se estimar o número de frutos broqueados em cada planta e quantificar o ataque da broca-do-café na lavoura. A praga apresentou um padrão de distribuição agregado moderado com um raio de ocupação da praga de 21, 3 m. Esta informação fornece subsídios para se determinar uma metodologia de amostragem e manejo desta praga na cultura do café conilon.

**PALAVRAS-CHAVE:** broca-do-café, geostatística, *Coffea canephora*

## SPATIAL VARIABILITY OF *Hypothenemus hampei* IN CONILON COFFEE

**ABSTRACT:** The yield of conilon coffee in Espírito Santo has increased greatly in recent years, mainly due to the emergence of new and more productive clones with densification. These crops have emerged with greater frequency phytosanitary problems, with special attention to the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*, considered a major pest of the crop, causing reductions in quantity and quality production, causing damage that can reach 21% only for the loss of weight. The study aimed to determine the spatial variability of the occurrence of *H. hampei* in plantations of *Coffea canephora*. Geostatistical analysis is being used to understand the spatiotemporal pattern of diseases and pests in many crops. It was deployed a mesh irregular sample containing 100 sample points georeferenced. Plants located in the sampling points were evaluated and classified as fruit: bored fruit or fruit did not bored. From this evaluation we can estimate the number of damaged fruits on each plant and quantify the attack of borer in coffee farming. The plague presented an aggregated distribution pattern with a moderate radius of occupation of the plague of 21, 3 m. This information provides subsidies to determine a methodology for sampling and management of this pest in conilon coffee.

**KEY WORDS:** coffee berry borer, geostatistics, *Coffea canephora*

## INTRODUÇÃO

Dentre os diferentes problemas fitossanitários do cafeeiro destaca-se a broca-do-café *Hypothenemus hampei* (FERRARI, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), que é uma das principais pragas da cultura em praticamente todas as regiões produtoras e que, em elevadas populações, provoca reduções quantitativas e qualitativas na produção (SOUZA & REIS, 1997), atacando seus frutos em qualquer estágio de maturação, de verdes a maduros (cerejas) ou secos (SOUZA & REIS, 1993). Com a tendência atual de implantação de plantios adensados é de se esperar o agravamento dos prejuízos causados por essa praga, pela tendência já observada do inseto em encontrar melhores condições de multiplicação em ambientes mais úmidos (BAKER, 1984; LE PELLEY, 1968).

Dependendo do nível de infestação, os prejuízos podem chegar a 21%, somente pela perda de peso (SOUZA & REIS, 1980). Além disso, a qualidade do café fica prejudicada, uma vez que as porcentagens de grãos brocados e quebrados aumentam proporcionalmente ao aumento da infestação da praga, resultando num produto de tipo e valor comercial inferior, pois, para cada cinco grãos brocados e/ou quebrados encontrados na amostra, o lote de café correspondente é penalizado com um defeito no sistema de classificação (TOLEDO 1947; 1948; IBC, 1985).

O dano por adultos dessa praga é caracterizado pela perfuração dos frutos e pelas galerias nas sementes, onde colocam seus ovos. Ao eclodirem, as larvas se alimentam da semente, o que contribui para o aumento dos danos. As perdas quantitativas, ou dano direto na produção, decorrem da queda dos frutos imaturos atacados pela broca-do-café, da destruição das sementes e pelas sementes que se quebram no beneficiamento por estarem brocadas. Por outro lado, as perdas qualitativas, ou dano indireto, decorrem de sementes brocadas que mesmo quando não se quebram no beneficiamento, contribuem para a depreciação na qualidade da bebida (BATISTA, 1986).

Um aspecto pouco estudado da biologia da broca-do-café é seu comportamento reprodutivo no período de entressafra, que seria aquele da colheita até a formação dos frutos novos da safra seguinte. A continuidade e o ritmo da reprodução da broca-do-café nessa fase que vai determinar o tamanho da população infestante da safra seguinte, e as perdas consequentes provocadas na produção (FANTON, 2001).

A importância econômica da cultura e a redução na produção causada pela broca-do-café requerem o desenvolvimento de trabalhos para gerar informações que aumentem a compreensão sobre os hábitos dessa praga e sua relação com a planta hospedeira (FANTON, 2001).

A variabilidade espacial dos insetos em agroecossistemas pode ser classificado em agregado, aleatório ou uniforme (KREBS 1989; ELLIOT, 1983). No padrão agregado os indivíduos se relacionam mutuamente uns com os outros, já nos padrões uniformes ou aleatórios, os indivíduos se relacionam de forma independente. Assim o padrão de distribuição espacial dos insetos é influenciada pela qualidade dos habitats (KLEIJNA & ANGEVELDE, 2006). Os insetos ao se deparar com habitats escassos em alimento e abrigo, restrição no encontro de parceiros sexuais e condições de microclima desfavoráveis, migram ou se dispersam para regiões de recursos mais favoráveis (MOILANEN & HANSKI, 1998; KLEIJNA & ANGEVELDE, 2006).

A geoestatística está sendo utilizada para compreender o padrão espaço-temporal de doenças e pragas em diversas culturas para gerar respostas mais condizentes sobre o comportamento das mesmas e assim gerar ferramentas que permitam melhores condições para solução dos problemas fitossanitários na cafeicultura. O padrão de distribuição espacial de um inseto permite identificar os locais onde se encontram as maiores densidades para a realização de amostragens e de manejo.

Apesar da expressão econômica do café conilon para o Brasil e a importância dos estudos sobre a distribuição espacial no manejo de pragas, trabalhos prévios são limitados para *H. hampei*. Assim, visando alterar este quadro o trabalho teve por objetivo determinar a variabilidade espacial da ocorrência de *H. hampei* em lavouras de *Coffea canephora*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos de 2012 e 2013 em uma propriedade no município de São Mateus, norte do Estado do Espírito Santo, Brasil. A lavoura selecionada foi de aproximadamente 1 ha<sup>-1</sup> com o cultivo de café conilon (*Coffea canephora*). O clone utilizado foi o Bambural que é um material genético selecionado pelo produtor rural da região, o senhor José Bonomo. Ao introduzir o experimento a lavoura já possuía dois anos de implantação com espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas. O clima da região é quente e úmido (tipo Aw de Köppen), com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão.

Para coleta de dados foi implantada uma malha amostral irregular, contendo 100 pontos amostrais (composto de plantas aparentemente sadias) com a distância mínima entre pontos de 1 m. Foi realizado o georreferenciamento de cada ponto amostral utilizando um par de receptores GPS TechGeo® modelo GTR G2 geodésico. De acordo com a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a precisão das coordenadas foi de 10,0 mm + 1,0 ppm em Universal Transverso de Mercator – UTM, com Datum WGS – 84.

As plantas localizadas nos pontos amostrais tiveram todos seus frutos colhidos quando estavam fisiologicamente maduros, classificados como grão cereja. A produção de cada planta foi quantificada e depois retirada uma amostra de 300 ml de frutos de cada planta. Os frutos foram avaliados e classificados como: fruto broqueado ou fruto não broqueado. A partir dessa avaliação pode-se estimar o número de frutos broqueados em cada planta e quantificar o ataque da broca-do-café na lavoura (Equação 1).

$$NFBI = \frac{NFBA \times PR}{0,3} \quad (1)$$

Em que: **NFBI** é o número de frutos broqueados total, **NFBA** é o número de frutos broqueados na amostra e **PR** é a produção da planta.

O padrão de dependência espacial do ataque da broca-do-café foi analisado pelo estudo do variograma. As avaliações de campo foram consideradas uma função aleatória  $Z(x)$  onde  $(x)$  indica a posição espacial (equação 2).

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

Em que:  $\gamma(h)$  é a semivariância estimada,  $N(h)$  é o número de pares de dados observados  $Z(x_i), Z(x_i + h)$ , onde essa função teórica ajusta-se aos valores experimentais para representar as relações espaciais entre os dados.

Neste trabalho utilizou-se o modelo esférico como modelo teórico que melhor se ajustou o variograma experimental (Equação 3):

$$\text{Esférico} = \gamma(h) = C_0 + C \left[ \frac{h}{a} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right)^2 \right] \quad (3)$$

Para validar o modelo teórico ajustado ao variograma experimental, foi utilizado o método da validação cruzada que consiste na avaliação do coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados, onde o erro padrão de estimação avalia quantitativamente o ajuste do variograma e os erros decorrentes.

O índice de dependência espacial foi calculado de acordo com Zimback (2001) que descreveu como dependência espacial fraca o índice menor que 25%, dependência espacial moderada de 25 a 75% e dependência espacial forte o índice maior que 75%. (Equação 4).

$$\text{IDE} = \frac{C}{C_0 + C} \cdot 100 \quad (4)$$

Em que:  $C$  é a variância estrutural ou a diferença entre o  $C_0$  e o patamar ( $C_0+C$ ) é o valor de variância correspondente ao ponto em que o mesmo estabiliza.

Os cálculos para verificar a existência de dependência espacial das variáveis, foram processados no programa Gamma Design Software GS+ 7.0 (ROBERTSON, 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de probabilidade do ataque da broca-do-café na lavoura ajustou-se o modelo esférico com  $R^2$  0,68 e coeficiente de regressão da validação cruzada de 0,69 (Figura 1 e 2). A praga apresentou um padrão de distribuição agregado moderado (IDE 72%) com um raio de ocupação da praga (alcance) de 21,3 m (Figura 1 e 2).

Tabela 1. Parâmetros do modelo teórico ajustado ao variograma experimental, modelado por aproximação ponderada dos quadrados mínimos, para broca-do-café, e o resultado da validação cruzada da krigagem.

Parâmetros	
Modelo	Esférico
Efeito Pepita ( $C_0$ )	42700
Patamar ( $C_0+C$ )	151900
Alcance (m)	21,3
IDE (%)	72
$R^2$	0,68
SQR	1,57 $10^9$
$r^2$	0,69

IDE: índice de dependência espacial;  $R^2$ : coeficiente de determinação do modelo ajustado; SQR: soma de quadrados do resíduo;  $r^2$ : coeficiente de determinação da validação cruzada.

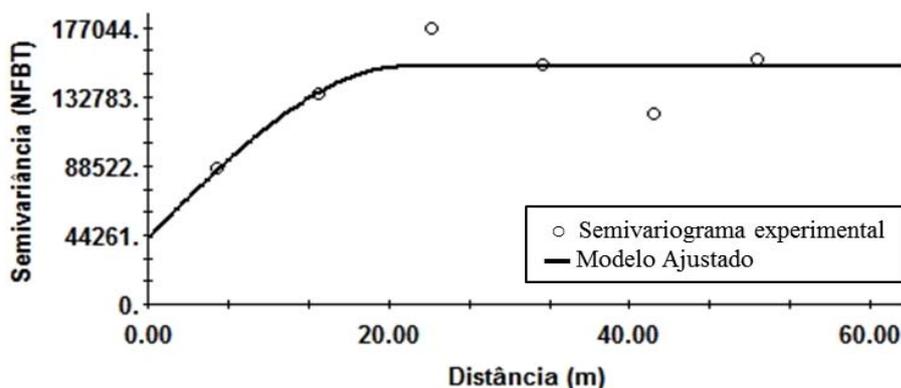


Figura 1. Semivariograma experimental ajustado para caracterizar a variabilidade espacial do ataque da broca-do-café em uma lavoura de *Coffea canephora*.

Os dados sofreram interpolação utilizando a técnica da krigagem, a partir desse método confeccionou-se o mapa do ataque da praga na cultura para melhor compreensão do comportamento da praga quanto a sua distribuição espacial na área (Figura 3). Pode-se observar que as regiões de maior intensidade de ataque se concentram no centro do mapa com expansões para as bordas e também maiores ataques presentes próximos da longitude 7929083 e latitude 38158.

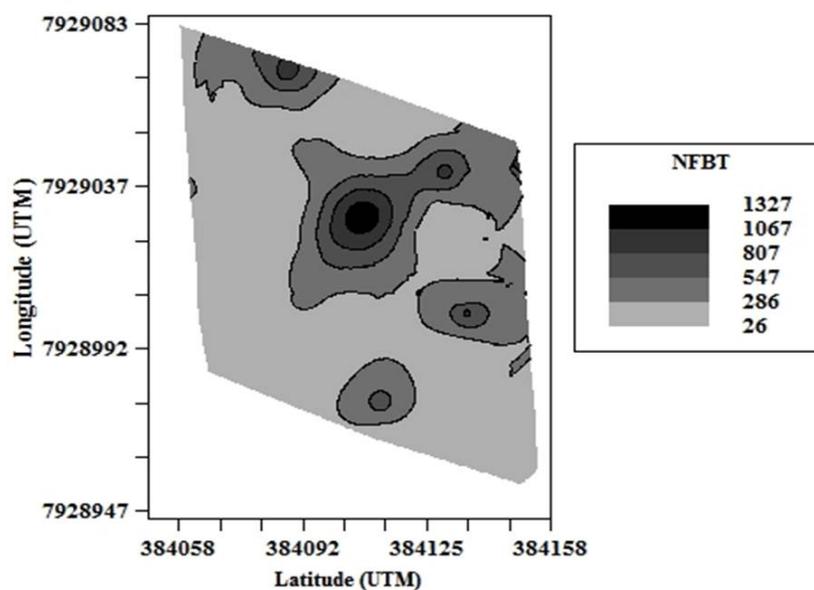


Figura 2. Mapa da distribuição espacial do ataque da broca-do-café.

## CONCLUSÕES

1. Verificou-se neste estudo que a dependência espacial para a broca-do-café até 21,3 m e o comportamento agregado da praga.
2. Esta informação fornece subsídios para se determinar uma metodologia de amostragem e manejo desta praga na cultura do café conilon.

## AGRADECIMENTOS

FAPES, CAPES, CNPq, CEUNES/UFES e os Produtores Eliseu e José Bonomo pelos recursos e infraestrutura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, P. S. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera, Scolytidae). *Folia Entomol. México*, v.61, p.9-24, 1984.
- BATISTA, M. Efeitos de diferentes índices de infestação pela broca-do-café *Hypothenemus hampei* (FERRARI, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) no peso e na classificação do café pelo tipo e pela bebida. 1986. 67f. Tese (M.S.) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, 1986.
- ELLIOTT, J.M. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. London: Freshwater Biological Association, 1983, 157p.
- FANTON, C.J. Ecologia da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (FERRARI, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) na zona da mata de Minas Gerais. 2001. 48f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Cultura do café no Brasil: manual de recomendações. 5. ed. Rio de Janeiro, 1985. 580 p.
- KREBS, C.J. Ecological methodology. New York: Harper and Hall, 1989, 654p.
- LE PELLEY, R. H. 1968. Pests of Coffee. London, Longman, 1968. 590 p
- MOILANEN, A.; HANSKI, I. Metapopulation dynamics: Effects of habitat quality and landscape structure. *Ecology*, v.79, p.2503-2515, 1998.

- ROBERTSON, G.P. GS+. Geostatistics for the environmental sciences - GS+ User's Guide. Plainwell, Gamma Design Software, 1998. 152p.
- SOUZA, J.C. de & P.R. REIS. Broca-do-café - Histórico, Reconhecimento, Biologia, Prejuízos, Monitoramento e Controle. Belo Horizonte, MG. EPAMIG, Boletim Técnico, 1993, 40. 31 p.
- SOUSA, J. C.; REIS, P. R. Broca-do-café. Histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. Belo Horizonte, MG. EPAMIG, Boletim Técnico, 1997, 50. 40 p.
- SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Efeito da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera- Scolytidae) na produção e qualidade do grão de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1980. p. 281-283.
- TOLEDO, A. A. de. Importância econômica da broca-do- café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) no Estado de São Paulo. Arquivos Instituto Biológico, São Paulo, v. 18, p. 213-238, 1947/1948.
- ZIMBACK, C.R.L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade.2001. 114 p. Tese de Livre-Docência (Livre-Docência em Levantamento do solo e fotopedologia), FCA/UNESP, 2001.