

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ATAQUE DA BROCA-DO-CAFÉ NO CAFÉ CONILON

Bruno Sérgio Oliveira e Silva¹, Thaisa Thomazini Herzog², Marcelo Barreto da Silva³,
Ivoney Gontijo⁴, Fábio Luiz Partelli⁵

(Recebido: 23 de novembro de 2016; aceito: 09 de fevereiro de 2017)

RESUMO: O conhecimento do padrão de distribuição espacial de um inseto permite concentrar o esforço amostral e de manejo nos locais onde se encontram as maiores densidades populacionais. Além disso, o comportamento espacial do inseto fornece informações sobre as condições no agroecossistema e a migração ou agregação da praga. Apesar da importância para o manejo de pragas, o conhecimento sobre a distribuição espacial de *Hypothenemus hampei* no café conilon possui raros relatos na literatura. Assim, objetivou-se no presente estudo determinar a variabilidade espacial da incidência de *H. hampei* no café conilon. Foi instalada uma malha irregular com 100 pontos em uma lavoura de alta produtividade, localizada em São Mateus, ES, safras 2011/2012 e 2012/2013. Avaliou-se após a coleta de amostras de frutos em cada ponto o número de frutos atacados pela praga por meio da verificação da perfuração característica nos frutos. Os dados foram submetidos à análise geostatística. Foi possível verificar a variabilidade de densidade no ataque da praga nos diferentes anos safra. Os semivariogramas referentes ao ataque do inseto ajustaram-se melhor ao modelo esférico e ao modelo exponencial, com índice de dependência espacial de 72 e 62%, respectivamente. Observou-se uma tendência de movimentação do ataque da praga de uma safra para outra a partir das bordas para o centro da lavoura.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, Geoestatística, *Hypothenemus hampei*, semivariograma.

SPATIAL DISTRIBUTION OF ATTACK OF COFFEE BERRY BORER IN CONILON COFFEE

ABSTRACT: Insect spatial distribution allows concentrate sampling and management efforts in places with the highest population densities, and insect spatial behavior provides information about conditions in agroecosystem and migration or plague aggregation. Despite the importance for pest management, spatial distribution knowledge of *Hypothenemus hampei* in conilon coffee has been rare reported. An irregular mesh with 100 sampling points was installed in a high yield crop located in the municipality of São Mateus, Espírito Santo State, Brazil (2011/2012 and 2012/2013 harvests) aiming to determine the incidence of coffee berry borer and its spatial variability in conilon coffee. Fruit samples were collected at each point, and evaluated the number of damaged fruits by checking drilling in each one. The data were submitted to geostatistics analysis. It was possible to check the insect damage density of variability in different harvest years. The semivariograms related to insect damage were better adjusted to spherical and exponential models with spatial dependence index of 72 and 62%, respectively. Atendency of insect attack movement of a harvest to another from the edges to the crop center was observed.

Index terms: *Coffea canephora*, Geostatistic, *Hypothenemus hampei*, semivariogram.

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de café em 2014 ultrapassou 141,8 milhões de sacas e cerca de 40% foram de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner (café conilon), produzidas em países considerados emergentes, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial desta espécie (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO, 2015). A broca-do-café [*Hypothenemus hampei* (FERRARI, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)] é a principal praga do café conilon, ataca os frutos em todos os estágios de maturação e está presente em todas as regiões produtoras da cultura (FORNAZIER; MARTINS; PRATISSIOLI, 2015).

O controle da praga oferece dificuldades para o cafeicultor e causa prejuízos para a atividade, devido aos danos no grão de café (MARCOMINI, 2015). Esses prejuízos foram estimados entre 215 a 358 milhões de dólares ao ano apenas no Brasil (OLIVEIRA et al., 2013).

Conhecer a distribuição espacial dos insetos e os grids de amostragem seguros para sua correta detecção é essencial na elaboração e execução de programas de amostragem para seu correto manejo (DAL PRÁ et al., 2011). Contudo, são escassas as informações disponíveis sobre a variabilidade espacial de populações de insetos em lavouras de café conilon. O fundamento da geoestatística é que a diferença no valor de uma variável em dois pontos é dependente da distância

^{1,2,3,4,5}Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas/DCAB - Campus São Mateus - Rodovia BR 101 Norte - 29.932-540 - São Mateus - ES -bruno@agronomo.eng.br,thaisaherzog@agronoma.eng.br, marcelobarretodasilva@gmail.com, ivoney@ceunes.ufes.br, partelli@yahoo.com.br

entre os mesmos e combinada às técnicas usadas para analisar e inferir valores dessa variável distribuída no espaço ou tempo (GARCÍA, 2006).

O conhecimento da dinâmica espaço-temporal dos insetos em ecossistemas agrícolas é fundamental para aperfeiçoamento de estratégias de manejo e diminuição do uso de inseticidas (BLACKSHAW; VERNON, 2006). Do mesmo modo, possibilita tomada de decisão mais fundamentada, devido ao maior número de informações obtidas e conseqüentemente a realização do controle somente nas áreas infestadas (DAL PRÁ et al., 2011) acima do nível de dano econômico. Alguns trabalhos sobre este assunto foram realizados, com destaque para broca-do-café bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) em café arábica (*Coffea arabica* L.) (ALVES et al., 2011) e *Diloboderus abderus* em pastagens (DAL PRÁ et al., 2011).

O estudo da variabilidade espacial de pragas é importante para criação de medidas de manejo e poucos são os trabalhos realizados neste sentido para *H. hampei* em café conilon. Assim, objetivou-se caracterizar a variabilidade espacial do ataque de *H. hampei* em lavouras de café conilon, bem como gerar mapas da distribuição espacial desse ataque em dois anos consecutivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura comercial no município de São Mateus, norte do Estado do Espírito Santo, Brasil. A área selecionada tinha aproximadamente um hectare cultivado com café conilon. A área em todo seu entorno era cultivada com pimenta-do-reino (*Piper*

nigrum L.). O material utilizado foi o genótipo denominado de Bamburral, clone selecionado pelo próprio produtor, plantado em linhas alternadas, duas de Bamburral e uma de cruzador. Apenas as linhas do clone Bamburral foram avaliadas.

A lavoura foi instalada em março de 2010 em espaçamento 3,0 x 1,0 m (3.333 plantas ha⁻¹) e usando sistema de irrigação por micro aspersão. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com o monitoramento dos níveis de infestações. Entretanto, nesta área nunca foi realizado um controle químico específico para broca do café. O clima, conforme classificação de Köppen é Aw, tropical com estação seca no inverno e verão chuvoso (ALVARES et al., 2014). Os dados meteorológicos foram obtidos da estação 83550 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Na implantação da lavoura foi realizada a correção e a adubação do solo baseada na análise química do solo, conforme as Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes no Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007). A adubação de produção seguiu as mesmas normas e os nutrientes (480 kg ha⁻¹ N, 75 kg ha⁻¹ P₂O₅, 480 kg ha⁻¹ K₂O) foram aplicados mensalmente via sistema de fertirrigação.

Em maio de 2012 foi instalada uma malha irregular de 10.000 m² com 100 pontos, com distância mínima de 1 m (FIGURA 1).

Para georreferenciamento desses pontos foi utilizado um par de receptores GPS TechGeo®, modelo GTR G2 geodésico. Os dados, após serem processados pela Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do IBGE, apresentaram precisão de 10 mm + 1 ppm.

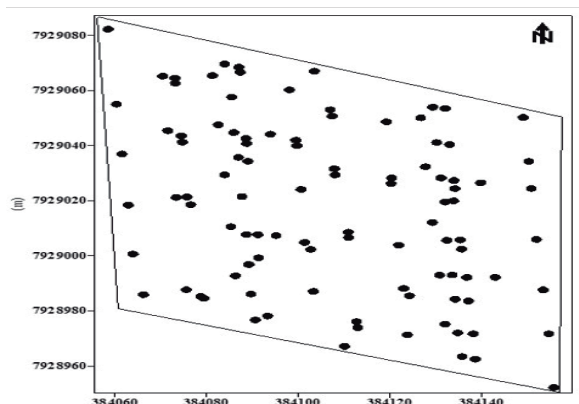


FIGURA 1 - Malha amostral com 100 pontos, elaborada para amostragem dos frutos de café. Cada ponto representando uma planta de *C. canephora*. Eixo abcissas: longitude, eixo ordenadas: latitude.

No terço médio superior de cada planta foi retirada amostra de 300 ml de frutos maduros, nos quatro lados da planta (norte, sul, leste e oeste) utilizando proveta graduada, no mês de julho nos dois anos estudados. Os frutos broqueados foram abertos com o uso de um estilete, e foram observadas e contadas em todos os frutos perfurados, independentemente da fase, presença ou não do inseto. Em seguida calculou-se a porcentagem de frutos broqueados. O nível de dano econômico (NDE) de 4% (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2005) foi considerado para discussões quanto à necessidade de intervenção química para controle, entretanto nenhum tipo de controle foi realizado para a praga na área em estudo.

Os resultados foram submetidos à análise inicial por meio da estatística descritiva, considerando a média aritmética, variância amostral, desvio-padrão, coeficiente de variação, valores máximo e mínimo, coeficiente de assimetria e de curtose e o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade.

Os dados foram submetidos à análise geostatística visando definir a variabilidade espacial do ataque da broca nos anos de 2012 e 2013, primeiramente através dos semivariogramas e em seguida pelo mapeamento dos níveis de ataque da praga no café conilon. A análise da dependência espacial foi realizada com auxílio do software GS+ Versão 7[®] (ROBERTSON, 1998) que realiza os cálculos das semivariâncias amostrais. O padrão de dependência espacial do ataque da broca-do-café foi analisado pelo estudo do semivariograma. As avaliações de campo foram consideradas função aleatória $Z(x)$ onde (x) indica a posição espacial (Equação 1).

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

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

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 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 (IDE) 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 2).

$$IDE = \frac{C}{C_0 + C} \times 100$$

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.

A partir dos semivariogramas ajustados, utilizou-se o programa computacional *Surfer* (GOLDEN SOFTWARE, 1999) para realização da interpolação por krigagem, gerando mapas de variabilidade espacial da variável na área estudada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de frutos broqueados por *H. hampei* variou de 0 a 34,72% em 2012 e de 0 a 26,85% em 2013. Houve grande dispersão dos dados, fato que pode ser observado pelo coeficiente de variação (CV), cujos valores foram 154,7% (2012) e 163,7% (2013) e pelos valores de mínimos e de máximos (TABELA 1).

A geoestatística foi usada em café arábica cultivar *Catuai Vermelho IAC-99* para caracterização e construção de mapas da variação espacial da infestação da broca-do-café nos frutos, sendo constatados 45% e 43%, de frutos broqueados para os anos de 2005 e 2006, superior ao NDE, com 5,15% e 11,75%, respectivamente (ALVES et al., 2011).

O valor médio da infestação constatado no ano de 2012 (4,17%) foi acima do nível de dano econômico (NDE), com necessidade de adoção de estratégia de manejo. Em 2013, não foi necessária a realização do controle, pois a infestação foi cerca de 35% inferior ao observado em 2012 e se manteve abaixo do NDE (TABELA 1).

Os valores da média e mediana para as variáveis estudadas não estão próximos, indicando distribuições assimétricas, nas quais as medidas de tendência central são dominadas por valores atípicos, o que pode ser confirmado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% (TABELA 1). Contudo, mais importante que a normalidade dos dados é a ocorrência ou não do efeito proporcional em que a média e a variância dos dados sejam constantes na área de estudo, tendo em vista que os semivariogramas apresentam patamares bem definidos (CAVALCANTE et al., 2007).

TABELA 1 - Estatística descritiva dos dados do ataque (%) de *H. hampei*, nos anos de 2012 e 2013 em café conilon, obtido a partir de 100 amostras.

Estatística Descritiva	Ataque Broca 2012	Ataque Broca 2013
Média	4,17	2,73
Mediana	1,85	0,93
DP	6,45	4,44
VA	41,5	19,8
Mínimo	0,00	0,00
Máximo	34,72	26,85
CV (%)	154,7	163,7
Ass.	3,11	3,01
Curt.	10,8	11,2
KS	0,26	0,27
VC - KS (5%)	0,14	0,14

DP: desvio padrão; VA: variância amostral; CV: coeficiente de variação; Ass.: coeficiente de assimetria; Curt.: coeficiente de curtose; KS: valores de probabilidade da estatística Kolmogorov-Smirnov; VC - KS: valores críticos do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5%.

Na análise espacial do ataque de *H. hampei*, o modelo esférico se ajustou para ambos os anos (TABELA 2 e FIGURA 2), indicando que existe dependência espacial da broca-do-café na lavoura em estudo. Esse mesmo modelo também foi observado na distribuição espacial de larvas de *D. abderus* com semivariogramas unidirecionais, nas três localidades estudadas no estado do Rio Grande do Sul, Brasil (DAL PRÁ et al., 2011).

O ataque da broca-do-café em 2012 apresentou maior continuidade espacial na área (25,7 m) (TABELA 2 e FIGURA 2A) comparado ao ano posterior (15,0 m) (TABELA 2 e FIGURA 2B). O alcance da dependência espacial é parâmetro de suma importância para interpretar os semivariogramas, pois sugere a distância máxima até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si (VIEIRA et al., 2010). Assim, o presente estudo, como o maior alcance foi demonstrado no ano de 2012, sugere que neste ano também houve maior homogeneidade entre amostras. Observou-se que o raio de dependência espacial da broca-do-café em café arábica variou de 22m a 69m (ALVES et al., 2011). Entretanto, podem ser alcançados raios de 191,3m para outros insetos, demonstrando que a dimensão do gride amostral utilizado foi adequada e possibilitou a correta distribuição espacial das larvas dos coleópteros corós-das-pastagens (DAL PRÁ et al., 2011).

De maneira geral, o alcance de ataque da broca-do-café foi reduzido em 11 m, (~40%) do ano 2012 para 2013. Essa redução pode ter sido influenciada pelos estádios fenológicos local e interação do local (FERNANDES et al., 2014) e aos fatores ambientais.

Diferenças no índice de broqueamento de frutos durante os estádios fenológicos podem ser devidos à variação sazonal dos frutos na planta e características reprodutivas da broca-do-café. O cafeeiro possui frutos em determinadas épocas do ano e com distribuição irregular e imprevisível no espaço (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

Assim, a manutenção da população da broca-do-café ao fim da colheita (estádio de maturação e secos), o inseto poderia adotar duas estratégias: diapausa e/ou migração. Diapausa é estratégia evolutiva utilizada pela broca-do-café para sincronizar seu ciclo biológico com o padrão de distribuição espacial do recurso, cuja disponibilidade é previsível (FERNANDES et al., 2014). Assim, a baixa densidade da broca-do-café na fase da colheita no ano de 2013 pode ser indicativo de ocorrência de diapausa.

A temperatura é o principal fator ambiental que influencia na duração do ciclo de vida da broca-do-café, sendo que o desenvolvimento do ovo a adulto é favorecido entre temperaturas de 20 a 30°C (JARAMILLO et al., 2009), faixa de tolerância térmica verificada durante todo o período estudado (Figura 3).

TABELA 2 - 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	Ataque 2012	Ataque 2013
Modelo	Esférico	Esférico
Efeito Pepita (C_0)	19,05	3,21
Patamar (C_0+C)	45,36	21,14
Alcance (m)	25,7	15,0
IDE (%)	58,0	85,0
R^2	0,88	0,85
SQR	63,1	22,6
r^2	0,37	-0,01

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.

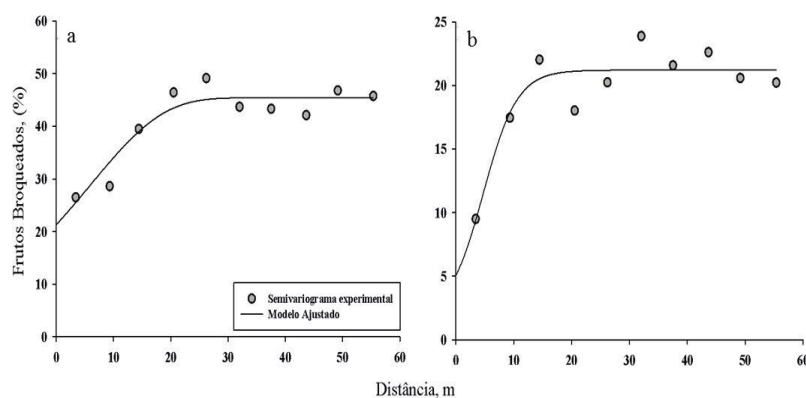


FIGURA 2 - Semivariograma experimental ajustado para caracterizar a variabilidade espacial do ataque da broca-do-café em uma lavoura de *C. canephora*. 2012: a e 2013: b.

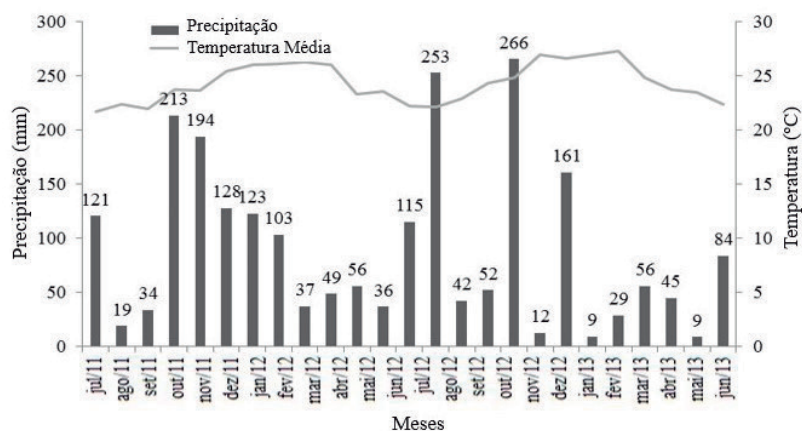


FIGURA 3 - Temperatura média e precipitação pluviométrica acumulada mensal, durante a condução do experimento, no Município de São Mateus - ES.

Constatou-se que a quantidade de chuva acumulada no período de entressafra (setembro a março) na safra 2011/2012 foi 832 mm e na safra 2012/2013 foi 571 mm, cerca de 30% menor (FIGURA 3).

A condição de ambiente observada durante o experimento pode ter influenciado na “quebra” de ciclo da praga; a fêmea de *H. hampei* permanece semi-inativa em frutos velhos na estação seca esperando as primeiras chuvas que as estimulam a procurar novos frutos para iniciar o próximo ciclo (BAKER; BARRERA, 1993). Isso pode explicar a redução no quantitativo de frutos broqueados em 2013 em relação ao ano anterior. Santos et al. (2014) estudando a modelagem estatística da captura da broca-do-café ao longo do tempo, observaram que a quantidade de brocas coletadas por semana não apresentou aumento linear e houve vários picos ao longo do período estudado e isso se deveu aos fatores climáticos como umidade e temperatura.

O modelo de semivariograma do ataque da broca em 2012 apresentou índice de moderada dependência espacial ($25\% \leq IDE \leq 75\%$) e forte dependência espacial ($IDE > 75\%$) para 2013, conforme os critérios estabelecidos por Zimback (2001). Os dados foram interpolados utilizando a técnica da krigagem, sendo possível confeccionar o mapa do ataque da praga na cultura para melhor compreensão de seu comportamento quanto à distribuição espacial na área (FIGURA 4).

As regiões de maior intensidade de ataque no ano de 2012, partiram das bordas para o centro da lavoura, com focos bem definidos e distintos (FIGURA 4A) e apresentaram valores superiores ao NDE. O comportamento observado no ano seguinte foi de ataque menos intenso e os maiores níveis de dano se agregaram na região centro-leste do mapa.

Insetos da subfamília Scolytidae que atacam frutos, como *H. hampei*, apresentam tendência de agregações contínuas e formação de focos de infestação (DAMON, 2000).

Outro fator que é importante levar em consideração é o fato da limitação do trânsito do inseto para outras lavouras, pois a área cultivada ao redor do talhão estudado é cultivada por pimentado-reino, cultura não hospedeira da broca. A impossibilidade de migrar para áreas adjacentes pode ter favorecido o fenômeno de agregação do inseto e manter a sua infestação de forma mais localizada.

A distribuição espacial de insetos depende da qualidade dos habitats (KLEIJNA; ANGEVELDE, 2006), variáveis ambientais que influenciam a interação inseto-planta e condições para reprodução. Insetos em habitats com escassez de alimento e abrigo, condições microclimáticas desfavoráveis e dificuldade de encontro de parceiros sexuais, migram ou se dispersam para locais mais favoráveis (KLEIJNA; ANGEVELDE, 2006; MOILANEN; HANSKI, 1998).

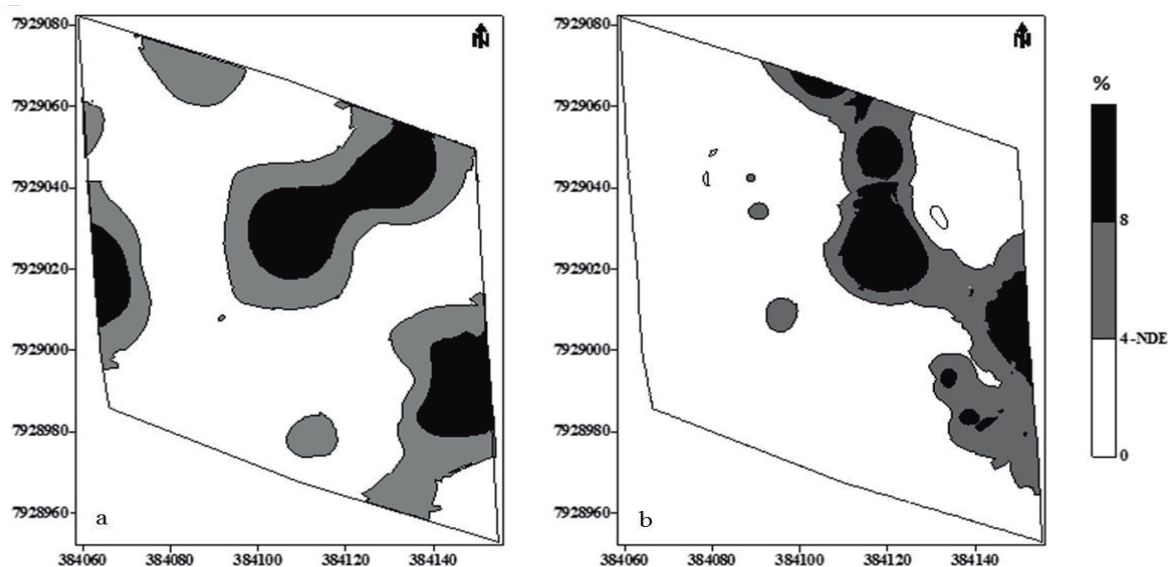


FIGURA 4 - Mapa da distribuição espacial do ataque da broca-do-café. 2012: a e 2013: b. NDE: nível de dano econômico. Frutos broqueados em porcentagem (%). Eixo abcissas: longitude, eixo ordenadas: latitude.

De forma geral, a área de ataque da broca foi menor no ano de 2013 comparado com o ano anterior (FIGURA 4A e 4B), no entanto, as regiões em que as plantas apresentaram infestações acima do NDE foram semelhantes. Segundo Ferreira et al. (2003) esses dados corroboram informações sobre a biologia da praga que sobrevive e completa seu ciclo nos frutos resquícios da colheita que ficam no solo ou na planta, consequência da migração das fêmeas adultas que escaparam do processo de colheita dos frutos e se abrigaram nos frutos residuais. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Fernandes et al. (2014) que observaram redução de 57% de frutos broqueados de uma safra para outra.

O conhecimento da dinâmica espaço-temporal da broca neste trabalho pode sugerir que para o manejo da praga deveria ser aplicada, de forma localizada nas regiões em que os valores atingiram o NDE, pois as áreas de controle e não controle ficaram bem distintas. Nas regiões no mapa consideradas com maiores níveis de infestações, pode ser sugerido o controle químico, dependendo do estágio de maturação para que seja adequado o uso do defensivo com período de carência permitido para colheita e até mesmo o emprego de outros métodos de controle nos locais, como repasse nos frutos residuais na planta e no solo, e uso de agentes biológicos.

4 CONCLUSÕES

As distâncias 25,7 e 15 metros de raio forneceram a maior homogeneidade dos dados para amostragem da broca no café conilon.

Intervenções de manejo da praga podem ser realizadas em focos quando o nível de dano econômico (NDE) for atingido, dependendo do estágio de maturação dos frutos, baseado em amostragem e mapeamento da infestação.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (PPGAT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), pelo apoio financeiro e ao produtor José Bonomo, pela disponibilização da área para a realização do experimento.

6 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, Jan. 2014.

ALVES, M. C. de et al. Geostatistical analysis of the spatial variation of the berry borer and leaf miner in a coffee agroecosystem. *Precision Agriculture*, Dordrecht, v.12, n.1, p.18-31, 2011.

BAKER, P.S.; BARREIRA, J.F. A field study of a population of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera; Scolytidae) in Chiapas, Mexico. *Tropical Agriculture*, Trinidad, v. 70, p.351-355, 1993.

BLACKSHAW, R.P.; VERNON, R.S. Spatio temporal stability of two beetle populations in non-farmed habitats in an agricultural landscape. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v.43, n.4, p.680-689, 2006.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, Campinas, v.60, n.1, p.65-68, 2001.

CAVALCANTE, E. G. S. et al. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 394-400, mar./abr. 2007.

DAL PRÁ, E. et al. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.10, p.1689-1694, out.2011.

DAMON, A. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bulletin Entomological Research*, London, v.90, n.6, p.453-465, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do café robusta em Rondônia**. Rondônia, 2005. (Sistemas de Produção, 5). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CultivodoCafeRobustaRO/pragas.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2013.

FERNANDES, F. L. et al. Controle massal da broca-do-café com armadilhas de garrafa Pet vermelha em cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 49, n. 8, p. 587-594, ago. 2014.

FERREIRA, A. J. et al. Bioecologia da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), no agroecossistema cafeeiro do cerrado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.27, n. 2, p.422-431, mar./abr. 2003.

- FORNAZIER, M.J.; MARTINS, D.S. dos; PRATISSOLI, D. Manejo integrado de pragas. In: FONSECA, A.; SAKIYMA, N.; BORÉM, A. (Ed.). **Café conilon: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. cap.7, p.138-161.
- GARCÍA, F.J.M. Analysis of the spatio-temporal distribution of *Helicoverpa armigera* Hb. in a tomato field using a stochastic approach. **Biosystems Engineering**, London, v.93, n.3, p.253-259, 2006.
- GOLDEN SOFTWARE. **Surfer for windows: realize 7,0, contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers user's guide**. New York, 1999. 619p.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Trade statistics**. Disponível em: <http://www.ico.org/trade_statistics.asp>. Acesso em: 3 dez. 2015.
- JARAMILLO, J. et al. Thermal tolerance of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*: predictions of climate change impact on a tropical insect pest. **Plos One**, San Francisco, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2009.
- KLEIJNA, D.; LANGEVELDE, F.V. Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v.7, n.3, p.201-214, 2006.
- MARCOMINI, G.R. Avaliação técnica e econômica da utilização de inseticida biológico *Beauveria bassiana* para o controle da broca do café (*Hypothenemus hampei*). **Revista Hipótese**, Itapetininga, v.1, n.3, p.92-109, 2015.
- MOILANEN, A.; HANSKI, I. Metapopulation dynamics: effects of habitat quality and landscape structure. **Ecology**, Washington, v.79, n.7, p. 2503-2515, 1998.
- OLIVEIRA, C. M. et al. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 137, p. 1-15, 2013.
- PREZOTTI, L.C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.
- ROBERTSON, G.P. **Geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.
- SANTOS, A. dos et al. Modelagem estatística da captura da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) ao longo do tempo. **Revista da Estatística**, Ouro Preto, v.3, n.1, p. 594-598, 2014.
- VIEIRA, S. R. et al. Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.5, p.1503-1514, 2010.
- ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade**. 2001. 114 p. Tese (Livre-Docência em Levantamento do Solo e Fotopedologia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2001.