



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 10, Issue, 09, pp. 40437-40442, September, 2020

<https://doi.org/10.37118/ijdr.19894.09.2020>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA DOENÇA MURCHA-DE-PHYTOMONAS EM PLANTIO DE COQUEIRO (*COCOS NUCIFERA* L.) NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Artur Vinícius Ferreira dos Santos^{1,*}, Bruno Borella Anhê¹, João Almiro Corrêa Soares¹, Lucas Faro Bastos¹, Paulo Manoel Pontes Lins², Paulo Roberto Silva Farias¹, Telma Fátima Vieira Batista¹, Gisele Barata da Silva¹ and Anderson Gonçalves da Silva³

¹Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brazil.

²Sococo Agroindústria da Amazônia, Santa Isabel do Pará, Pará, Brazil.

³Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, Pará, Brazil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11th June 2020

Received in revised form

09th July 2020

Accepted 26th August 2020

Published online 30th September 2020

Key Words:

Monitoramento,
Doença de Plantas,
Krigagem, Palmeira.

*Corresponding author:

Artur Vinícius Ferreira dos Santos

ABSTRACT

O trabalho tem por objetivo avaliar a distribuição espacial e temporal da doença murcha-de-*Phytomonas* em plantio de coqueiro na Amazônia Oriental. Os dados da incidência da doença foram coletados em processos de eliminação de plantas infestadas entre os anos de 2004 e 2016 em uma subárea de plantio comerciais de coqueiros localizada no município de Moju, Pará, Brasil. Cada parcela foi avaliada, avaliando plantas sadias e ocorrências de plantas com murcha-de-*Phytomonas*, e para todas essas foram obtidas suas coordenadas geográficas. Foram avaliadas um total de 94 talhões, no período de 2004 a 2016. A técnica de análise espacial utilizada foi a geoestatística com interpolação por meio da krigagem a partir da modelagem em semivariograma para cada ano avaliado. Os modelos que se ajustaram foram o efeito pepita puro, esférico e gaussiano, com valores de alcance variando de 670 a 1580 metros. Os valores do parâmetro k indicaram que a dependência espacial da doença pode ser moderada ou forte. A ocorrência de plantas com a murcha-de-*Phytomonas* foi mais intensa nas bordaduras do plantio, próximo as áreas de vegetação nativa, isso indica que os produtores da cultura do coqueiro devem ter maior atenção ao monitoramento nessas áreas.

Copyright © 2020, Artur Vinícius Ferreira dos Santos et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Artur Vinícius Ferreira dos Santos, Bruno Borella Anhê, João Almiro Correa Santos, Lucas Faro Bastos et al. 2020. "Distribuição Espaço-Temporal da Doença Murcha-De-Phytomonas Em Plantio De Coqueiro (*Cocos Nucifera* L.) na Amazônia Oriental", *International Journal of Development Research*, 10, (09), 40437-40442.

INTRODUCTION

A murcha-de-*Phytomonas*, doença fatal à cultura do coco, foi detectada no Brasil pela primeira vez no ano de 1982, em plantas de coqueiro no estado da Bahia. (Bezerra & Figueiredo, 1982). As plantas geralmente morrem dois meses após o aparecimento dos primeiros sintomas que se caracterizam pelo amarelecimento das folhas no sentido ascendente, secagem seguida de apodrecimento das inflorescências e do meristema central, além de uma queda gradativa dos frutos, é uma doença letal para o coqueiro e sem qualquer tratamento curativo (Araújo et al., 2003). Seu agente causal é um protozoário da família dos Trypanosomatidae, o *Phytomonas staheli* (McGhee & McGhee, 1979). A disseminação da doença é feita por percevejos da família Pentatomidae, como o *Macropygium spinola*, o *Ochlerus spinola*, e diversas espécies do gênero *Lincus*

(Mitchell 2004; Di Lucca et al. 2013, Roell et.al., 2017). Há relatos também de percevejos vetores do gênero *Ochlerus* no estado do Pará. (Warwick et al., 1998). Para entender como a doença pode se propagar na área de plantio é importante tentarmos avaliar suas ocorrências espacialmente. A ferramenta da geoestatística tem sido amplamente utilizada dentro da agricultura de precisão como importante ferramenta de análise espacial e temporal, pois considera a posição no espaço da variável em estudo, permitindo quantificar a dependência espacial entre amostras coletadas em campo e utilizar a mesma para construção de mapas (Liebhold et al., 1993). Com essa ferramenta, é possível determinar a dependência espacial de pragas e doenças em plantas, através da elaboração de semivariogramas que são ajustados a um modelo que fornece o raio de agregação da variável em estudo (Byamukama et al. 2014; Rijal et al., 2016).

A cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), é geradora de emprego e renda nos países tropicais. Sua distribuição geográfica compreende às regiões entre as latitudes 20° N e 20° S (Fremond et al., 1975). Originário do sudeste da Ásia, o coqueiro foi levado para a Índia e, posteriormente, para o leste africano. No Brasil, a variedade gigante foi introduzida em 1553, oriunda da Ilha de Cabo Verde e os anões, em 1925, 1938 e 1939 provenientes de Java e Norte da Malásia (Foale & Harries, 2009). A Indonésia com 33%, Filipinas com 25% e Índia com 17%, detêm 75% da produção mundial, enquanto que o Brasil representa apenas 4% da produção mundial (Faostat, 2016). A produção brasileira de coco é importante para a economia da Região Nordeste, onde se encontra a maior produção de coco do País, e vem alcançando destaque em outras regiões devido à expansão da cultura do coco verde. Em 2016, com uma produção de 1.355 267 toneladas de frutos, o Nordeste respondeu por 76,74% da produção nacional de coco. O estado da Bahia é o principal produtor, com uma área colhida de 69.164 ha e produção de 542.217 toneladas de frutos, seguido por Ceará e Sergipe. O estado do Pará é o quarto maior produtor de coco do país com 178.345 toneladas numa área colhida de 19.128 há. O principal empreendimento da cultura no estado foi implantado no início dos anos 80 no município de Moju, Nordeste do Estado (Ibge, 2019).

O semivariograma servirá como base para se fazer a elaboração dos mapas que mostram como ocorre a expansão de doenças nas plantas (Leal et al., 2010). Sendo assim a utilização dos procedimentos geoestatísticos baseados em técnicas de modelagem espacial através dos semivariogramas e estimação pela krigagem são ferramentas importantes, que podem ser utilizadas para determinar, dentre outros parâmetros a distribuição espacial e também a elaboração de medidas de tomada de decisão (Silva et al., 2015). A geoestatística atualmente é uma das mais confiáveis técnicas para inferência espaço-temporal e tem sido cada vez mais aplicada para modelar o padrão de distribuição de doenças de plantas (Charest et al., 2002; Farias et al., 2002; Leal et al., 2010; Byamukama et al. 2014). O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição espacial e temporal de murcha-de-*Phytophthora* em pomares de coqueiro, no município de Moju/PA, no período de 2004 a 2016.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental: O objeto de estudo se localiza na propriedade em propriedade de plantio comercial de coqueiro, localizada nas margens da rodovia PA 252, km 38, município de Moju, Pará (2° 12' 00"S e 48° 36' 30"W). A região apresenta altitude é 30 metros, com pluviosidade média anual de 2.600,00 mm e temperatura média de 27 °C, umidade relativa do ar de 82% e constante iluminação solar. O solo é Latossolo amarelo (Oxisol) distrófico, textura argilo-arenosa e baixa saturação de bases (Embrapa, 2013).

Na área de estudo existe um total de 94 parcelas sendo todas enumeradas por uma simbologia alfanumérica (Figura 1), apresentando 4 híbridos (PB-123, PB-132, P-141, e PB-121), com área total de 1.462 ha e um total de 233.938 plantas. As mudas de coco foram plantadas em formato de triângulo equilátero, distantes uma das outras em 8,5 metros. Ao longo de 13 anos uma equipe especializada em identificação de doenças monitora o pomar, utilizando binóculos. As plantas doentes eram identificadas, anotadas e em seguida erradicadas.



Figura 1: Mapa de Localização do Plantio da SOCOCO localizado no município do Acará.

Desta forma foi formado o banco de dados do estudo, com dados de ocorrências de plantas infectadas durante os anos de 2004 a 20016. Foi realizado a digitalização dos polígonos de todas as parcelas da área de coqueiro estudada a partir do software ArcGIS 10.1, para melhor interpretação visual da área foi utilizado imagem SPOT com resolução espacial de 5 m do ano de 2010 (Figura 1). Como cada parcela foi considerada uma unidade experimental, obteve-se 94 unidades experimentais no estudo. Para confecção dos mapas de localização da área experimental foi utilizado o software ArcGIS 10.1 e para elaboração e ajustes dos semivariogramas aos modelos matemáticos, e a construção dos mapas a partir dos valores estimados por krigagem, foi utilizado o software computacional Surfer 14.0 (Golden Software). A análise geoestatística foi modelada por modelos de semivariogramas para cada ano amostrado com ocorrência da doença da murcha-de-*Phytophthora* na área de estudo. Os modelos testados foram o linear, esférico, exponencial e gaussiano (Vieira et al., 1983; Isaaks & Srivastava, 1989; Liebhold et al., 1993). Em seguida foi calculado o grau de dependência espacial (GDE) proposto por Cambardella et al. (1994) e confeccionados os mapas de distribuição espacial utilizando-se o método de interpolação por Krigagem (Vieira et al., 1983). Para escolha do modelo que melhor representa a distribuição espacial, foi selecionado o semivariograma que apresentasse valores de coeficiente de determinação (R^2) próximos de um (1), pois esses apresentam bons ajuste ao modelo de acordo com o critério de Downing (1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 2004 a 2016 a área de estudo apresentou um total de 615 plantas com murcha-de-*Phytophthora*, sendo que estas quando detectadas eram eliminadas e cremadas como medida fitossanitária para controle da dispersão da doença na área. Ao analisar a flutuação temporal da incidência da doença na área de estudo, observa-se que houve variação na sua ocorrência ao longo dos anos (Figura 2). Os anos de 2006, 2007, 2012 e 2014 apresentaram maior quantidade de plantas com murcha-de-*Phytophthora*, sendo os anos que mais demandaram custos com a eliminação de plantas doentes. Os anos de 2004 e 2016 foram os que apresentaram menor número de plantas doentes, cerca de 8 e 10 plantas, respectivamente. Isso pode estar relacionado com a baixa presença do inseto vetor na área de plantio de coco.

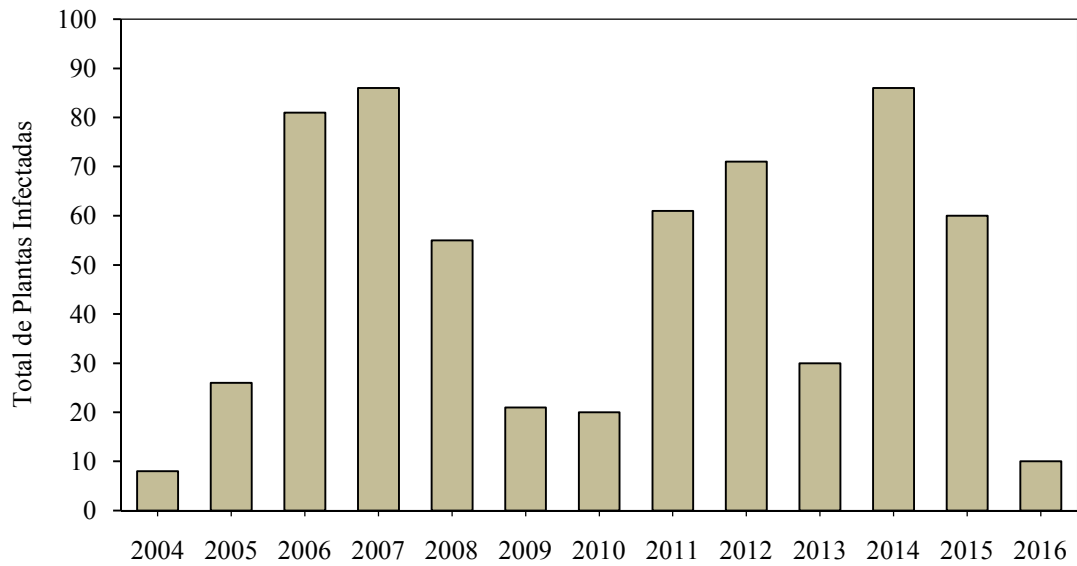


Figura 2: Flutuação temporal do total de coqueiros com murcha-de-*Phytophthora* por ano, no período de 2004 a 2016

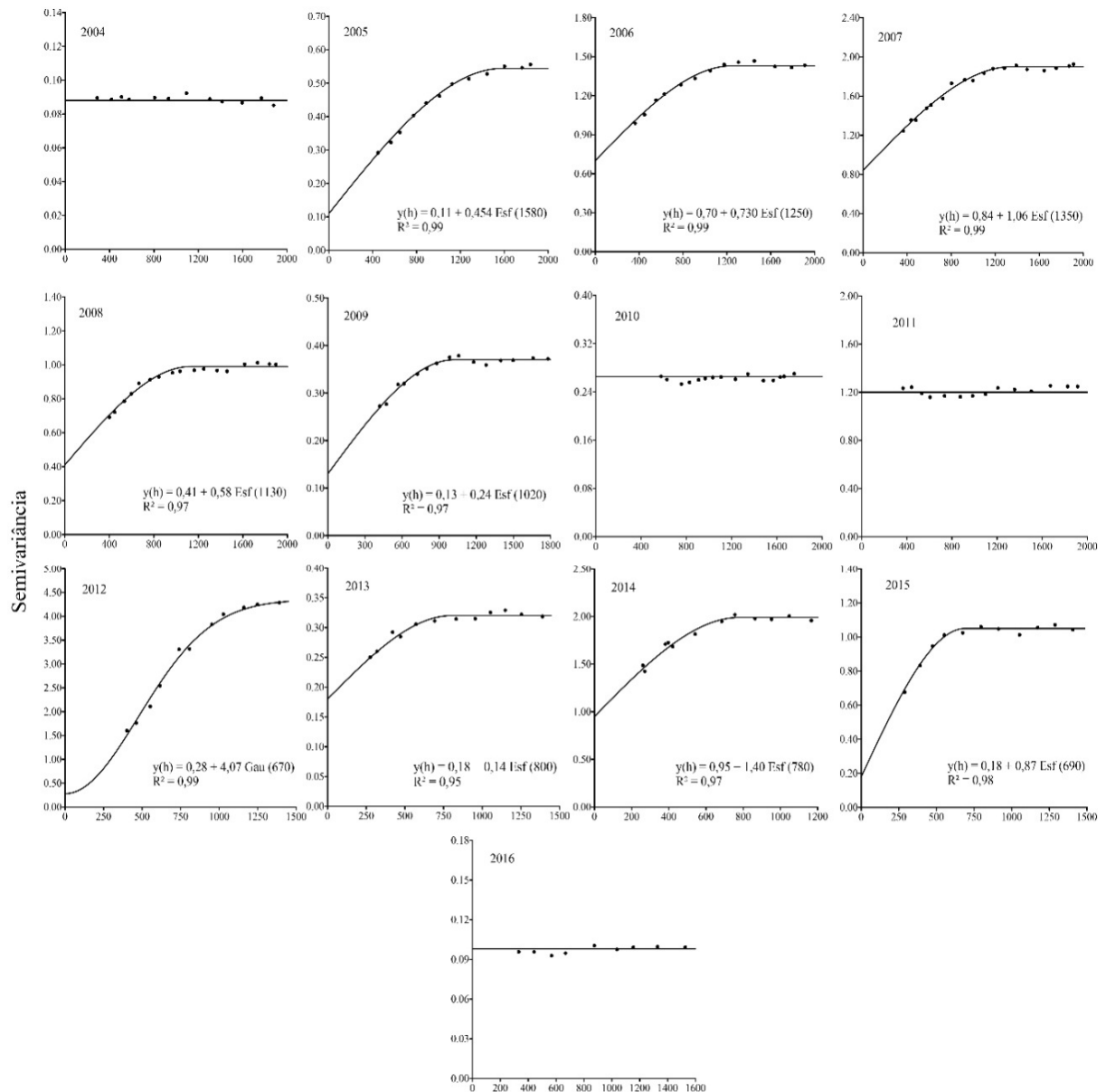


Figura 3: Semivariogramas ajustados das plantas de coco infectadas com murcha-de-*Phytophthora* em plantio de coco

Tabela 1: Análise da distribuição espacial de plantas infectadas pela murcha-de-*Phytophthora*, parâmetros dos semivariogramas ajustados ao modelo teórico, coeficiente de determinação (R^2), parâmetro k e Grau de Dependência Espacial (GDE) para análise da distribuição espacial nas parcelas de plantio de coco no município de Moju, PA, no período de 2004 a 2016

Época	Parâmetros			Modelo	R^{2b}	k^a	GDE
	C_0	C_1	a (m)				
2004	-	-	-	Pepita Puro	-	-	-
2005	0,110	0,434	1.580	Esférico	0,99	0,202	Forte
2006	0,700	0,730	1.250	Esférico	0,99	0,490	Moderado
2007	0,840	1,060	1.350	Esférico	0,99	0,442	Moderado
2008	0,410	0,580	1.130	Esférico	0,97	0,414	Moderado
2009	0,130	0,240	1.020	Esférico	0,97	0,351	Moderado
2010	-	-	-	Pepita Puro	-	-	-
2011	-	-	-	Pepita Puro	-	-	-
2012	0,280	4,070	670	Gaussiano	0,99	0,064	Forte
2013	0,180	0,140	800	Esférico	0,95	0,563	Moderado
2014	0,950	1,040	780	Esférico	0,97	0,477	Moderado
2015	0,180	0,870	690	Esférico	0,98	0,171	Forte
2016	-	-	-	Pepita Puro	-	-	-

^aRelação entre (C_0/C_0+C_1) ^bvalores próximos a 1 indicam bom ajuste

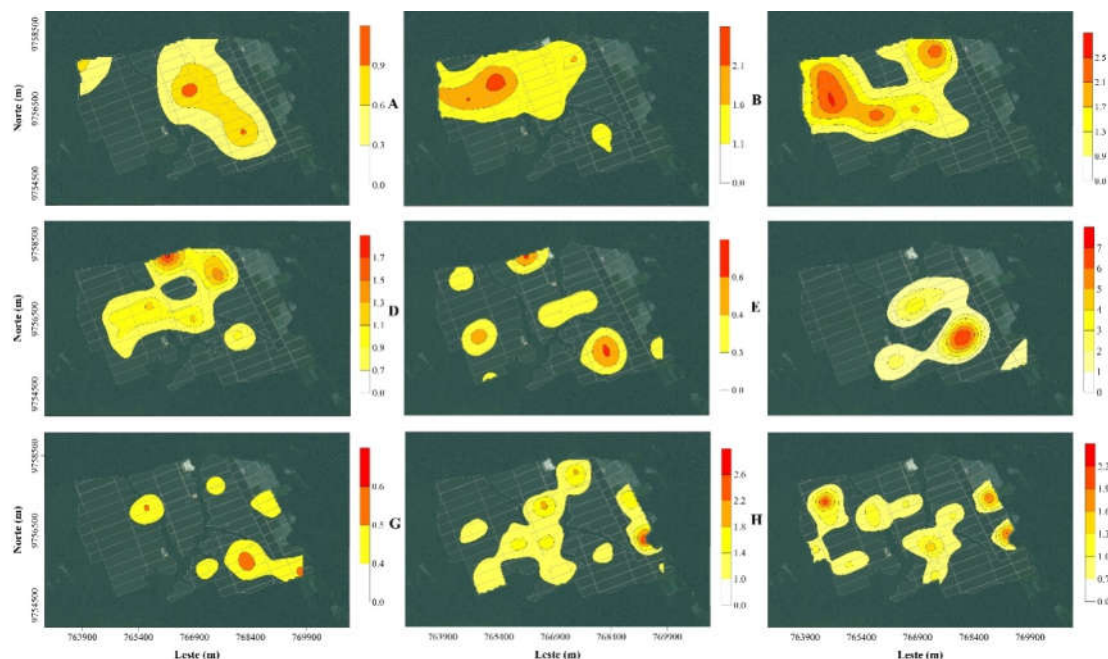


Figura 4. Mapa de distribuição espacial de plantas infectadas com murcha-de-*Phytophthora* em plantio de coco em 2005 (A), 2006 (B), 2007 (C), 2008 (D), 2009 (E), 2012 (F), 2013 (G), 2014 (H), 2015 (I), no município de Moju, Pará

As quantidades de coqueiros doentes ao longo do período de estudo, em 2004 e 2005 houve uma pequena dispersão da doença pela área, entretanto os anos 2006 a 2008 aumentaram consideravelmente com relação aos anos anteriores (Figura 4). Já nos anos de 2009 e 2010 houve novamente pequena quantidade de plantas doentes e nos anos seguintes novamente houve um crescimento se comparado com 2009 e 2010 de plantas com murcha-de-*Phytophthora* e a partir de 2013 ocorreu o mesmo padrão. Então se observa que ao longo do tempo, há meses em que se deve atentar mais a incidência de plantas com murcha-de-*Phytophthora*, pois a doença apresenta intervalos em que a se dissipa em maior quantidade e épocas que diminuem consideravelmente (Figura 3). A partir das análises geoestatística, e das quantidades de plantas infectadas nas parcelas estudadas por meio dos modelos ajustados pelos semivariogramas experimentais, as avaliações obtiveram melhores ajustes aos modelos esférico, gaussiano e efeito pepita puro (Figura 3). Dentre os 13 anos estudados, observa-se na Tabela 1 que em 4 anos (2004, 2010, 2011 e 2016) o modelo que ajustado foi o do efeito pepita puro, esse modelo indica que ocorreu uma incidência de forma aleatória na área e em parcelas distantes umas das outras, com os dados não

apresentando dependência espacial, indicando não ser possível se estimar através da krigagem o comportamento da doença nesses anos. Outro trabalho que obteve efeito pepita puro foi de Silva et al. (2015) que avaliando *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) além de obter melhores ajustes ao modelo esférico para o inseto também obteve ajustes ao modelo pepita puro sendo naquele mês desse modelo não sendo possível determinar o comportamento espacial daquele inseto. Para as outras avaliações, em um ano o ajuste para a distribuição da doença se deu ao modelo gaussiano e os outros oito anos com ajuste ao modelo esférico (Figura 4). Estes dois modelos apresentaram valores significativos para o coeficiente de determinação (R^2), sendo este parâmetro indicam forte ajuste ao modelo. Foi observado para o presente trabalho, que esse coeficiente apresentou uma amplitude de 0,95 a 0,99, indicando que os modelos esféricos estão bem ajustados para a distribuição da doença da murcha-de-*Phytophthora*, pois apresentou valores próximos de 1. Farias et al. (2018), avaliando a dispersão da formiga *Azteca barbigera* Forel, 1906 (Hymenoptera: Formicidae) em plantio georreferenciado de laranja (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) obteve bons ajustes variando de 0,82 a 0,94.

O índice de dependência espacial k , estimado com as informações da variância espacial e o efeito pepita. Os valores obtidos variaram de 0,064 a 0,563, apresentando grau de dependência espacial (GDE) de moderada a forte, predominando a moderada de acordo com Cambardella et al. (1994). No trabalho de Brandão et al. (2017), avaliando a distribuição temporal de larvas de *Opsiphanes invirae* Hübner, 1808 (Lepidoptera: Nymphalidae) obteve valores também variando de GDE de moderado a forte. Para o raio de agregação encontrado variou de 670 m a 1580 m (Tabela 1). Nota-se que no ano de 2005 a 2009 variou de 1020 m a 1580 m, indicando que essa doença poderia ocorrer em talhões mais distantes dos de maior quantidade de plantas doentes. Em 2012 a 2015 houve uma redução nesse intervalo de 670 m a 800 m, demonstrando que essa área de dependência espacial diminuiu, sendo que agora os talhões bem mais próximos aos outros que podem ser infectados com a doença. Em um estudo realizado por Leal et al (2010), com plantas com a doença do greening (Huanglongbing/HLB) sendo esta também transmitida por um inseto sugador, *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psyllidae), obteve dependência espacial para plantas com greening raio de agregação de 300 a 560 m, indicando distribuição agregada da doença. Os mapas de krigagem (Figuras 4) obtidos através dos ajustes dos modelos no intervalo de anos de 2005 a 2009, observa-se que houve um comportamento agregado da doença, gerado a partir do modelo esférico, demonstrando que a doença pode se alastrar pelas parcelas próximas. Essa dispersão foi maior se comparado com o período de 2012 a 2015 (Figura 4), que como observado nos mapas a dispersão continuou a crescer e se espalhar nos meses próximos, entretanto com um alcance menor. No ano de 2012, nota-se que ainda houve um padrão de agregação da doença entre as parcelas, entretanto com ajuste ao modelo gaussiano a disseminação na área ocorreu de forma diferente ao modelo esférico, sendo que neste ano os mapas mostram que a infecção da doença apresentava uma tendência mais direcionada para parcelas próximas no sentido leste-oeste.

Os mapas ilustram que a maioria dos anos as parcelas nos quais se encontrava a incidência da doença eram próximas as áreas de bordadura, próximas a vegetação nativa, principalmente nas parcelas que apresentaram as maiores quantidades de plantas infectadas pela murcha-de-*Phytophthora*. Essa ocorrência está relacionada com a migração dos insetos vetores fitófagos, das áreas de mata para dentro do plantio de coco atraído pela produção de seus frutos. Como no trabalho realizado por Pinho et al. (2016) que estudando a distribuição espacial do curculionídeo *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Curculionidae), observou que a maior parte dos insetos vem das áreas de borda para dentro das parcelas de palma de óleo. Informação bastante útil aos produtores da cultura que devem atentar ao início da produção dos frutos dos coqueiros irão começar a incidência desses insetos na área e consequentemente a incidência da doença na área, principalmente nos meses que são mais produtivos.

Conclusão

A distribuição espacial da ocorrência das plantas doentes por murcha-de-*Phytophthora* foi considerada agregada, descritas principalmente pelo modelo esférico. A geoestatística determinou para a doença um alcance de 670 a 1.580 metros. As áreas de bordaduras com floresta nativa apresentam maior risco de surgimento das plantas doentes. Faz-se necessário haver mais estudos para avaliar o comportamento dos insetos

vetores da doença para melhor determinação de um manejo integrado de pragas para esse problema fitossanitário.

REFERÊNCIAS

- Araújo, J. C. A., Pereira, J. C. R., & Gasparotto, L. 2003. *Murcha-de-Phytophthora do Coqueiro no Amazonas*. Circular Técnica, 17. Embrapa Amazônia Ocidental. ed 1. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/10250/1/circ_tec17.pdf
- Bezerra, J. & Figueiredo, L. 1982. Ocorrência de *Phytophthora staheli* McGhee & McGhee em coqueiro *Coco nucifera* L. no estado da Bahia, Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, 71, 139-143.
- Brandão, A. D. S., Farias, P. R. S., Dionísio, L. F. S., Tinôco, R. S., Silva, A. G., & Silva, T. A. F. 2017. Spatial and temporal distribution of *Opsiphanes invirae* Lepidoptera: Nymphalidae in oil palm, Pará State, Brazil *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 124, 464-469. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v12i4a5479>
- Byamukama E., Eggenberger S. K., Coelho-Neto R. A., Robertson A. E., & Nutter Jr. F. W. 2014. Geospatial and temporal analyses of bean pod mottle virus epidemics in soybean at three spatial scales. *Phytopathology*, 104, 365–78. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-12-12-0323-R>
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F., & Konopka, A. E. 1994. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58, 1501-1511. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1994.03615995005800050033x>
- Charest, J., Dewdney, M., Paulitz, T., Philion, V., & Carisse, O. 2002. Spatial distribution of *Venturia inaequalis* airborne ascospores in orchards. *Phytopathology*, 92, 769-779. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO.2002.92.7.769>
- Di Lucca, A. G. T., Chipana, E. F. T., Albújar, M. J. T., Peralta, W. D., Piedra, Y. C. M., & Zelada, J. L. A. 2013. Slow wilt: another form of marchitez in oil palm associated with trypanosomatids in Peru. *Tropical Plant Pathology*, 386, 522-533. <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762013000600008>
- Downing, J.A. 1986. Spatial heterogeneity: evolved behavior or mathematical artifact? *Nature*, 323, 255-257.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa-Solos 2013. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*, 3 ed. Rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 353 p.
- Faostat. *Food and Agriculture Organization*. Crops. 2016. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Farias, P. R. S., Harada, A. Y., Filgueiras, C. C., Lima, B. G., Sales, T. M., Silva, A. G., & Souza, B. H. S. 2018. Mapping *Azteca barbifex* Forel Hymenoptera: Formicidae dispersal in georeferenced orange *Citrus sinensis* [L.] Osbeck orchard in the eastern Amazon, Brazil. *Insectes Sociaux*, 652, 345–350. <https://doi.org/10.1007/s00040-018-0610-2>
- Farias, P. R. S., Nociti, L. A. S., Barbosa, J. C., & Perecin, D. 2003. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares de cítricos usando geoestatística. *Revista Brasileira de fruticultura*, 252, 235-241. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000200013>
- Farias, P. R. S., Sánchez-Vila, X., Barbosa, J. C., Vieira, S. R., Ferraz, L. C. C. B., & Solís-Delfín, J. 2002. Using geostatistical analysis to evaluate the presence of *Rotylenchulus reniformis* in cotton crops in Brazil: economic implications. *Journal of Nematology*, 343, 232-

238. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2620561/>
- Foale, M., & Harries, H. 2009. Farm and forestry production and marketing profile for coconut *Cocos nucifera* L.. In: ELEVITCH, C.R. Ed.. Specialty crops for pacificisland agroforestry. *Permanent Agriculture Resource PAR*, Holualoa, Hawai, 1-14. <http://agroforestry.net/scps>.
- Fremond, Y., Ziller, R., & Nucé de Lamothe, M. 1975. *El cocotero. Técnicas agrícolas y producciones tropicales*. Barcelona, Blume, 236 p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. <http://www.sidra.ibge.gov.br>
- Isaaks, E.H., Srivastava, R.M., 1989. An introduction to applied geostatistics. New York: Oxford University Press, 561p.
- Landim, P. M. B. 1998. *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo: UNESP, 226 p.
- Leal, R. M., Barbosa, J. C., Costa, M. G., Belasque Júnior, J., Yamamoto, P. T., & Dragone, J. 2010. Distribuição espacial de *Huanglongbing* Greening em citros utilizando a geoestatística. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 323, 808-818. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000077>.
- Liebholt, A. M., Rossi, R. E., & Kemp, W. P. 1993. Geostatistic and geographic information system in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology*, 38, 303-327. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001511>
- Mariano, R. L. R., Lira, R. V. F. de, Padovan, I. P., & Nascimento, A. E. 1990. Ocorrência da "Murca-de-Phytomonas" em coqueiro no Estado de Pernambuco, Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, 151, 80-82.
- Mitchell, P. L. 2004. Heteroptera as vectors of plant pathogens. *Neotropical Entomology*.335, 519-545. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000500001>
- Rijal, J. P., Wilson, R., & Godfrey, L. D. 2016. Characterization of spatial distribution of *Tetranychus urticae* in peppermint in California and implication for improving sampling plan. *Experimental Applied Acarology*, 682, 155-171. <https://doi.org/10.1007/s10493-015-0006-1>
- Roell, T., Winter, I. C., Asipuela, R., & Campos, L. A. 2017. New records and update on the geographic distribution of fifteen species of **Lincus** Stål, 1867 Hemiptera: Pentatomidae associated with palms and coconut trees in the Neotropics. *Check List*, 132, 1-9. <http://dx.doi.org/10.15560/13.2.2086>
- Silva, A. G., Farias, P. R. S., Boiça Junior, A. L., Lima, B. G., Ponte, N. H. T., Pinho, R. C., & Barbosa, R. S. 2015. Análise espacial da mosca-negra em sistema agroflorestal de citros. *Comunicata Scientiae*, 63, 350-358. <https://doi.org/10.14295/CS.v6i3.408>
- Trangmar, B. B., Yost, R. S., & Uehara, G. 1985. Application of geoestatísticas to spatial studies of soil properties. *Advances in Agronomy*, 361, 45-94. <https://doi.org/10.1016/S0065-21130860673-2>
- Vieira, S. R., Hatfield, J. L., Nielsen, D. R., & Biggar, J. W. 1983. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, 513, 1-75. <https://doi.org/10.3733/hilg.v51n03p075>
- Warwick, D. R. N., Leal, E. C., & Ram, C. 1998. Doenças do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S., Warmick, D. R. N., Siqueira, L. A. Ed.. *A cultura do coqueiro no Brasil*. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI, Aracaju: Embrapa-CPATC, p. 269-292.
