

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



19º Seminário de  
Iniciação Científica e  
3º Seminário de Pós-graduação  
da Embrapa Amazônia Oriental

ANNAIS 2015

19 a 20 de agosto

**Embrapa Amazônia Oriental**  
Belém, PA  
2015



## MAPEAMENTO GEOESTATÍSTICO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA RESINOSE DO COQUEIRO NO ESTADO DO PARÁ

Cássia Cristina Chaves Pinheiro<sup>1</sup>, Samuel Christian Cohen Farias<sup>2</sup>, Paulo Manoel Pontes Lins<sup>2</sup>,  
Eudes de Arruda Carvalho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bolsista CNPq Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Fitopatologia, cassiapinheiro002@gmail.com

<sup>2</sup> Sococo Produtos Alimentícios S/A, paulom@sococo.com.br; samuelc@sococo.com.br

<sup>3</sup> Pesquisador Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Fitopatologia, eudes.carvalho@embrapa.br

**Resumo:** A resinose do coqueiro, cujo agente etiológico é o *Thielaviopsis paradoxa*, foi relatada pela primeira vez no Brasil em 2004 e atualmente incide em plantios das principais regiões produtoras do Brasil. A área atingida vem crescendo a cada ano, sendo imprescindíveis estudos sobre o progresso espaço-temporal da doença. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo monitorar o progresso da resinose e mapear a distribuição espacial da incidência da doença. Foram amostradas 900 plantas do híbrido PB-141 distribuídas em 30 linhas de plantios com 30 plantas cada em espaçamento triangular de 8,5 x 8,5m. A incidência da resinose foi monitorada mensalmente de janeiro de 2010 a dezembro de 2014 em um plantio comercial. Plotou-se a curva de progresso da incidência da doença e calculou-se a Área Abaixo da Curva de Progresso da Incidência (AACPI). Os dados de incidência foram georreferenciados com base na posição relativa das plantas em relação às suas vizinhas para a determinação dos semivariogramas isotrópicos. Foi realizada a interpolação dos dados por krigagem ordinária para a visualização de padrões de distribuição espacial. A resinose apresentou padrão agregado com forte dependência espacial nos dois anos iniciais e, posteriormente, com magnitude moderada. Ajustou-se o modelo esférico à distribuição da doença em todos os anos avaliados.

**Palavras-chave:** *Cocos nucifera*, incidência, modelagem espacial, *Thielaviopsis paradoxa*

### Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta tropical extremamente importante sob o ponto de vista socioeconômico devido às suas peculiaridades e versatilidade agroindustrial e agrícola. Tem papel relevante no cenário agropecuário das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Contudo, o coqueiro pode ser acometido por diversos problemas fitossanitários que podem reduzir a produção, onerar custos e impactar a geração de empregos e renda. Além do risco de introdução de doenças quarentenárias, aquelas já relatadas no Brasil podem determinar o depauperamento de plantios e quedas em produtividades. Dentre as principais limitações fitossanitárias, destaca-se a resinose do coqueiro, cujo agente etiológico é o fungo *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) Höhn, relatada pela primeira vez no Brasil em 2004 (WARWICK et al., 2004). De acordo com Nelson (2005), a resinose



caracteriza-se pela presença de exsudação de seiva marrom-avermelhado escuro entre as rachaduras do estipe. Pode ocorrer redução no crescimento foliar, na produção e até morte de plantas.

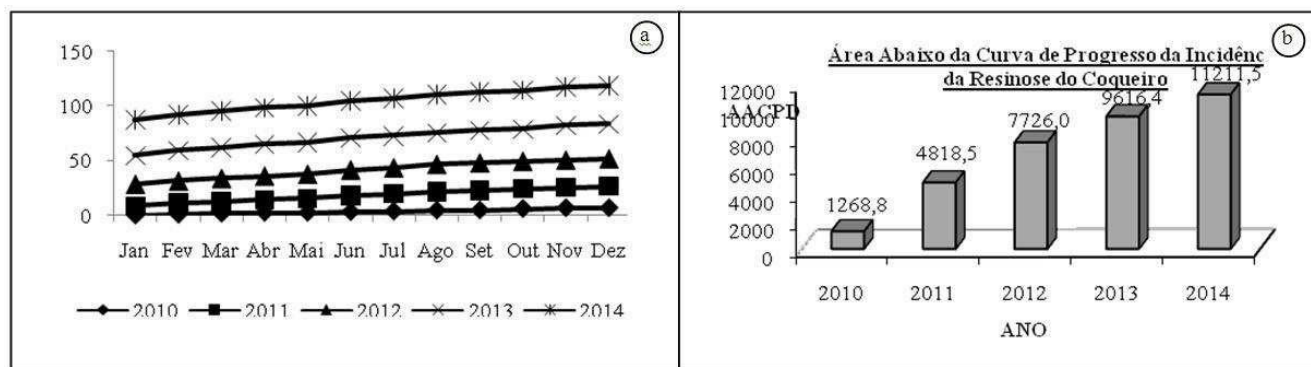
A doença foi relatada nas principais áreas produtoras do país. Contudo, as informações sobre esta doença ainda são limitadas. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo monitorar o progresso da resinose e mapear a distribuição espacial da incidência da doença.

### **Material e Métodos**

O monitoramento da resinose foi realizado mensalmente pela equipe de Fitossanidade da Sococo Produtos Alimentícios S/A em área de produção comercial localizada no município de Moju/PA. A incidência da doença foi registrada de janeiro de 2010 a dezembro de 2014 em uma parcela do híbrido PB-141 implantada no ano de 1999. A incidência da doença foi avaliada em 900 plantas distribuídas em 30 linhas de plantios com 30 plantas cada em espaçamento triangular de 8,5 x 8,5m. As plantas foram georreferenciadas com base em sua posição em relação às suas vizinhas. Os dados mensais da incidência foram plotados ao longo do ano e traçada a curva de progresso da doença. Estes dados foram integrados aplicando-se a equação proposta por Campbell e Madden (1990), obtendo-se a Área Abaixo da Curva de Progresso da Incidência (AACPI). As análises geoestatísticas foram realizadas com os dados acumulados de incidência mensal da resinose. O ajuste dos semivariogramas isotrópicos foi realizado com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca, de acordo com metodologia de Burrough e McDonnell (1998) e o modelo escolhido em função do quadrado médio do erro, do erro padrão de predição e da autovalidação cruzada. O grau de dependência espacial foi quantificado e analisado segundo a classificação de Cambardella et al. (1994), em que são considerados de forte dependência espacial os semivariogramas que têm efeito pepita ( $C_0$ ) 25% do patamar ( $C_0+C$ ), moderada quando entre 25% e 75% do ( $C_0$ ) e fraca acima de 75% ( $C_0$ ). Posteriormente, foi realizada a interpolação de dados por Krigagem ordinária de forma a possibilitar a visualização de padrões de distribuição espacial.

### **Resultados e Discussão**

A incidência da resinose cresceu de janeiro de 2010 a dezembro de 2014. Observou que o percentual de plantas doentes, inferior a 2% em março de 2010, atingiu 35% em outubro de 2014 (Figura 1). A modelagem do progresso temporal da epidemia, no entanto, não será apresentada nesta publicação.



**Figura 1:** Curvas de Progresso da resinose do coqueiro (*Thielaviopsis paradoxa*) nos anos de 2010a 2014 (a) e respectiva área abaixo da curva de progresso da incidência (b), no município de Moju/PA.

O modelo esférico de distribuição espacial foi ajustado ao semivariograma isotrópico experimental da incidência da resinose do coqueiro em cada um dos anos avaliados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Coeficientes e parâmetros dos modelos de semivariogramas isotrópicos de incidência da resinose do Coqueiro, quantificada nos anos de 2010 a 2014, no município de Moju/PA.

Incidência da Doença (Ano)	Parâmetros			Coeficientes		Magnitude da Dependência Espacial*	
	Modelos	$C_0$	$(C_0+C)$	$(A_0)$	$R^2(\%)$		$C_0/C_0+C$
2010	Esférico	0,0109	0,0521	18,30	0,85	0,2092	Forte
2011	Esférico	0,0259	0,1228	37,80	0,98	0,2109	Forte
2012	Esférico	0,0418	0,1616	49,18	0,98	0,2587	Moderada
2013	Esférico	0,0597	0,2034	65,64	0,98	0,2935	Moderada
2014	Esférico	0,0722	0,2274	95,18	0,98	0,3175	Moderada

$C_0$  – efeito pepita;  $C_0+C$  – patamar;  $A_0$  – Alcance;  $R^2(\%)$  – Coeficiente de determinação do modelo do semivariograma;  $C_0/C_0+C$  – grau de dependência espacial. \*Classificação de Cambardella et al. (1994).

Observou-se o padrão de distribuição espacial agregado com forte dependência espacial das plantas doentes nos anos de 2010 e 2011 e de magnitude moderada para 2012, 2013 e 2014. Estes resultados corroboram com as modelagens trimestrais realizadas por Nascimento et al. (2014) que ajustaram o modelo exponencial à distribuição da resinose do coqueiro. A forte dependência espacial



nos anos iniciais da epidemia se deve à dispersão do inóculo a curtas distâncias por se tratar de um fungo de solo, o que implica na ocorrência irregular a partir de uma fonte de inóculo primário, ratificando as reboleiras observadas em campo. Não obstante, com o progresso espacial da doença, a magnitude da dependência espacial torna-se moderada com a elevação do número de plantas nos focos, contribuindo para maior alcance, ou seja, maior distância de correlação entre plantas doentes.

Novos casos de plantas sintomáticas foram observados ao longo dos anos dentro dos limites dos modelos ajustados, mesmo que de forma moderada e podem ser explicados pela dispersão natural do inóculo e por práticas culturais como o uso de ferramentas infestadas, movimento de máquinas e implementos. Os alcances ( $A_0$ ) dos modelos variaram de 18,3 a 37,8m nos anos de 2010 e 2011, respectivamente, e chegou a 95,18m no ano de 2014.

A modelagem do padrão espacial da doença pode ajudar na adoção de estratégias adequadas para o seu controle (LARANJEIRA et al., 1998). Neste sentido, medidas curativas poderão ser intensificadas dentro da área de alcance dos modelos de distribuição espacial, prioritariamente. Medidas preventivas poderão ser adotadas em áreas do entorno de reboleiras para onde a doença tende a progredir. Não obstante, são necessários mais estudos sobre o patossistema, dispersão do inóculo do patógeno e modelagem temporal da epidemia.

### Conclusão

A resinose do coqueiro apresentou padrão de distribuição agregado ajustado ao modelo esférico, com expansão espacial dos focos ao longo dos anos.

### Referências Bibliográficas

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems: Spatial Information Systems and Geostatistics**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1998. 333 p.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Fieldscale variability of soil properties in central iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, p. 1501-1511, 1994.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley & Sons, 1990. 532 p.

LARANJEIRA, F. F.; BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. Dinâmica e estrutura de focos da clorose variegada dos citros (CVC). **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 36-41, 1998.



19º Seminário de Iniciação Científica e 3º Seminário de Pós-graduação  
da Embrapa Amazônia Oriental

19 a 20 de agosto de 2015, Belém, PA.

NASCIMENTO, S. M. C.; CARVALHO, E. A.; LINS, P. M. P. Modelagem espaço-temporal da resinose do coqueiro no estado do Pará. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2., 2014, Belém, PA. **Anais**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

NELSON, S. **Stem Bleeding of Coconut Palm**. Mānoa: College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i, 2005. 2 p.

WARWICK, D. R. N.; FERREIRA, J. M. S.; PASSOS, E. E. M. Ocorrência de resinose do estipe do coqueiro em Sergipe provocada por Chalaraparadoxa. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 171, 2004. Supl.