



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO E ESTUDOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



**ANÁLISE DO ARRANJO ESPACIAL E
DETERMINAÇÃO DA ESTRUTURA DE FOCOS DA
RESINOSE DO COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.) NA
REGIÃO DE NEÓPOLIS, SERGIPE.**

RANGEL DÓREA DE MEDEIROS

2010



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO E ESTUDOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



RANGEL DÓREA DE MEDEIROS

**ANÁLISE DO ARRANJO ESPACIAL E DETERMINAÇÃO DA
ESTRUTURA DE FOCOS DA RESINOSE COQUEIRO (*Cocos
nucifera* L.) NA REGIÃO DE NEÓPOLIS, SERGIPE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração Sustentabilidade em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. João Basílio Mesquita


SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE - BRASIL
2010

RANGEL DÓREA DE MEDEIROS

**ARRANJO ESPACIAL DA RESINOSE DO ESTIPE EM COQUEIRO
(*Cocos nucifera* L.) NA REGIÃO DE NEÓPOLIS, SERGIPE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Sustentabilidade em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 15 de julho de 2010


Prof. Dr. Pedro Roberto Almeida Viégas
Universidade Federal de Sergipe


Dra. Viviane Talamini
Embrapa Tabuleiros Costeiros


Prof. Dr. João Basílio Mesquita
Universidade Federal de Sergipe
Orientador

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE - BRASIL

*Dedico esta
Dissertação a **Deus** e a
tudo o que ele
representa.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir a realização deste trabalho de forma a auxiliar na superação dos desafios encontrados.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Basílio Mesquita, pela orientação e pelos ensinamentos a mim transmitidos.

À pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Dra. Viviane Talamini, pelo apoio e orientação que muito me valeu no momento em que precisei.

Ao pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Dr. Adriano Márcio Freire Silva pela disponibilidade e conhecimentos sobre estatística a mim transmitidos.

À pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Dra. Joana Maria Santos Ferreira pelo auxílio nos dados de pesquisa.

Aos meus pais, Raimundo José de Medeiros e Lúcia Gonçalves Dórea, por todo apoio, carinho e respeito a mim dedicados durante essa e todas as minhas batalhas em busca de conquistar novos horizontes.

À minha querida namorada Erika Chagas, pelo apoio, compreensão, amor, carinho, e paciência nas horas difíceis e principalmente pelos brilhantes momentos vivenciados juntos.

Aos grandes amigos, Zeca por proporcionar momentos de descontração, pela sua atenção, seus conselhos e companheirismo. Jemerson, pela grande ajuda na contagem das famigeradas plantas com sintomas de resinose.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. A cultura do coqueiro	3
2.2. Resinose do estipe (<i>Ceratocystis paradoxa</i>)	7
2.3. Arranjo espacial de plantas doentes	10
2.4. Análise da estrutura de focos	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
CAPÍTULO I – ANÁLISE DA ESTRUTURA DE FOCOS E ARRANJO ESPACIAL DA RESINOSE DO COQUEIRO (<i>Cocos nucifera</i> L.) NA REGIÃO DE NEÓPOLIS, SERGIPE	22
Resumo	22
Abstract	23
1. Introdução	24
2. Material e Métodos	26
3. Resultados e Discussão	29
4. Conclusões	36
5. Referências Bibliográficas	37
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40

LISTA DE FIGURAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1 – Exsudação de resina marrom-avermelhada escura de rachaduras no estipe, causadas por *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, em coqueiro (*Cocos nucifera* L) na região de Neópolis/SE 9

Figura 2 – Lesões internas causadas pelo *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, em coqueiro (*Cocos nucifera* L) na região de Neópolis/SE 9

CAPÍTULO I – ANÁLISE DA ESTRUTURA DE FOCOS E ARRANJO ESPACIAL DA RESINOSE DO COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.) NA REGIÃO DE NEÓPOLIS, SERGIPE.

Figura 1 – Mapeamento dos focos de plantas com sintomas de resinose do estipe na região de Neópolis, Sergipe (Parcela A) 30

Figura 2 – Mapeamento dos focos de plantas com sintomas de resinose do estipe na região de Neópolis, Sergipe (Parcela B) 30

Figura 3 – Mapeamento dos focos de plantas com sintomas de resinose do estipe na região de Neópolis, Sergipe (Parcela C) 31

LISTA DE TABELAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Tabela 1 – Produção (t) e área colhida (ha) dos principais países produtores de coco do mundo; FAO (2009) 5

Tabela 2 – Produção (t) e área colhida (ha) e produtividade (frutos/ha) dos principais estados produtores de coco do Brasil; IBGE (2008) 6

CAPÍTULO I – ANÁLISE DA ESTRUTURA DE FOCOS E ARRANJO ESPACIAL DA RESINOSE DO COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.) NA REGIÃO DE NEÓPOLIS, SERGIPE.

Tabela 1 – Arranjo espacial da resinose do coqueiro na região de Neópolis/SE, analisado pelas técnicas de “ordinary runs”, ajuste à distribuição discreta de frequência (distribuição de Poisson) e autocorrelação espacial 32

Tabela 2 – Análise da estrutura de focos, número máximo de linhas por foco (IF); número máximo de colunas por foco (IC); número de plantas por foco (NPF); índice de forma de foco (IFF); índice de compactação de foco (ICF); e porcentagem de plantas doentes (PPD) 34

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Ceplac	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação).
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

RESUMO

MEDEIROS, Rangel Dórea de. **Análise do arranjo espacial e determinação da estrutura de focos da resinose coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na região de Neópolis, Sergipe.** UFS, 2010. 40p. (Dissertação, Mestrado em Agroecossistemas).

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é a palmácea mais cultivada em todo o mundo. A resinose do estipe, causada pelo fungo *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, tem causado perdas significativas na produção em diversos estados do Brasil, entre eles Sergipe. Sua etiologia e mecanismos de transmissão são pouco conhecidos e, estudos epidemiológicos, ainda não foram realizados. Objetivou-se analisar o arranjo espacial da doença no campo, com o intuito de caracterizar a disseminação da resinose, além do emprego da técnica de análise da estrutura de focos para caracterização da doença. O arranjo espacial da doença foi investigado em 3 parcelas de plantio, cada um contendo 1.500 plantas/área utilizou-se análises de mapeamento e “ordinary runs”, posteriormente as parcelas foram subdivididas em quadriláteros de 15 plantas para o cálculo de ajuste à distribuição discreta de frequência e autocorrelação espacial. Em todos os setores ficou evidenciada a presença de agregação de plantas doentes, indicando haver um padrão predominante de arranjo espacial agregado da doença no campo. Na análise da estrutura de focos, constatou-se um total de 13 focos, com média de 27,5 plantas/focos e com tendência (maior número de plantas sintomáticas) de crescerem na direção das linhas de plantios, tendo disposição de forma elíptica. A partir da análise dos dados, houve indicações que possivelmente a resinose tem como via de transmissão a dispersão natural do inóculo e práticas culturais. São necessários a realização de estudos adicionais sobre a dispersão do inóculo para o melhor entendimento da dinâmica da doença e o estabelecimento de medidas de controle adequadas.

Palavras-chave: *Ceratocystis paradoxa*, *Cocos nucifera* L., epidemiologia.

Comitê Orientador: João Basílio Mesquita – UFS (Orientador), Pedro Roberto Almeida Viégas – UFS, Viviane Talamini – Embrapa.

ABSTRACT

MEDEIROS, Rangel Dórea de. **Analysis of spatial arrangement and foci structure of the stem bleeding in coconuts palm (*Cocos nucifera* L.) in the region of Neópolis, Sergipe.** UFS, 2010. 40p. (Dissertation, Master Program in Agroecosystems).

The coconut palm (*Cocos nucifera* L.) is the most palmae cultivated throughout the world. The stem bleeding, caused by the fungus *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, has caused significant losses in production in several states of Brazil, including Sergipe. Etiology and transmission mechanisms are largely unknown and epidemiological studies have not yet been realized. This study aimed to analyze the spatial arrangement of disease in the field, in order to characterize the spread of stem bleeding, besides the use of the technique for analyzing the structure of foci for characterization. The spatial pattern of disease was investigated in three planting areas, each containing 1500 plants / area, divided into quadrats of 15 plants, using the mapping analysis, ordinary runs, a slight adjustment to the distribution of frequency and spatial autocorrelation. In all areas it was evident the presence of aggregation of diseased plants, indicating a predominant pattern of spatial arrangement of disease in the field. In analyzing the structure of foci, it was found a total of 13 foci, with an average of 27.5 plants / focus and tendency (higher number of symptomatic plants) to grow in the direction of the lines of plantation, with provision so elliptical. From the data analysis, there were indications that possibly the stem bleeding route of transmission has the natural dispersal of inoculum and cultural practices. Are required to carry out additional studies on the dispersal of inoculum for a better understanding of disease dynamics and the establishment of appropriate control measures.

Keywords: *Ceratocystis paradoxa*, *Cocos nucifera* L., epidemiology.

Guidance Committee: João Basílio Mesquita – UFS (Orientador), Pedro Roberto Almeida Viégas – UFS, Viviane Talamini - Embrapa

1 - INTRODUÇÃO GERAL

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta de importância tanto econômica quanto social em vários países. No mercado internacional, os derivados do coco que apresentam maior valor econômico são a copra e o óleo. No Brasil, os principais produtos industriais são o leite de coco e o coco ralado, além de subprodutos como o óleo e a torta de coco, oriundos do processamento do coco seco. Já o coco verde se destaca para a produção de água, a qual consumida *in natura* ou envasada. Grande parte da produção é destinada à fabricação de alimentos industrializados.

É uma palmácea bastante cultivada na faixa litorânea do Nordeste, com destaque para Bahia e Sergipe. O coqueiro anão é a variedade mais empregada para consumo *in natura* e agroindustrial da água de coco, com características sensoriais de sabor muito superior, principalmente sobre o sabor da água de coco do coqueiro gigante. São largamente cultivados em solos de fertilidade baixa, sobretudo Neossolos Quartzarênicos, o que acarreta uma produtividade insatisfatória. Algumas áreas dispõem de insumos como fertilizantes, irrigação e atingem um patamar de produção bem mais elevado. No entanto, são comumente alvo do ataque de diversas pragas e doenças o que acaba por reduzir drasticamente sua produção, trazendo prejuízos incalculáveis aos agricultores que exploram essa cultura.

Em Sergipe destaca-se a produção de coco do Platô de Neópolis, no projeto de fruticultura irrigada do Baixo São Francisco. Atualmente, esse setor passa por dificuldades devido a ocorrência do fungo *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, agente etiológico da resinose do estipe, que tem ocasionado grande prejuízo para os produtores da área. Em 2004, em uma propriedade comercial no município de Neópolis, foram observados alguns coqueiros apresentando sintomas de uma doença ainda não registrada no Brasil. O estipe infectado apresentava rachaduras que exudavam um líquido marrom-avermelhado. As plantas apresentavam crescimento foliar reduzido, diminuição drástica na produção e em alguns casos quatro meses após o aparecimento dos primeiros sintomas ocorria a morte das plantas, caracterizando o ataque do *Ceratocystis paradoxa*.

O patógeno causador da resinose do estipe do coqueiro pode sobreviver por longos períodos no solo, sua ação se reflete no bloqueio dos vasos condutores. Sobrevive nos restos de cultura em decomposição e pode causar infecção através de ferimentos e das fissuras naturais de crescimento do tronco. Existem indícios de sua disseminação através de insetos, do solo contaminado, e das ferramentas usadas na colheita ou na erradicação das plantas doentes e mortas. A ocorrência da resinose em palmeiras tem sido atribuída à presença de fatores estressantes tais como: chuvas severas seguidas de períodos prolongados de estresse hídrico, excesso de salinidade, desequilíbrio nutricional, além da ocorrência de outras doenças ou pragas que fragilizam as plantas e agravam a ação do fungo.

O objetivo deste trabalho foi analisar o arranjo espacial e a dinâmica e estruturas de focos da resinose do estipe, a fim de gerar hipóteses sobre características de dispersão do fungo, que serão úteis para as futuras tomadas de decisão no manejo da doença.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – A cultura do coqueiro

A cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é importante na geração de renda, na alimentação e na produção de mais de cem produtos, em cerca de 80 países localizados na zona intertropical do globo terrestre. Constitui-se a mais importante das culturas perenes, capaz de gerar um sistema auto-sustentável de exploração, como se pode observar em vários países do continente asiático, onde é importante fonte geradora de divisas e também principal fonte de proteína e calorias para a população (CUENCA, 1998). Segundo Mirisola Filho (2002), o coqueiro tem uma distribuição pantropical, sendo cultivado, entre as latitudes 20°N e 20°S. Dada a grande importância que a cultura tem nos países tropicais, faltam pesquisas fundamentais sobre o manejo e práticas culturais para melhorar o desenvolvimento e aproveitamento dos subprodutos derivados da cultura.

O coqueiro é a mais importante das palmeiras cultivadas do mundo, é mencionada na antiga arte e literatura (MIRISOLA FILHO, 2002). Originário do sudeste da Ásia o coqueiro foi introduzido no Brasil através da Bahia, de onde se disseminou pelo litoral nordestino que é responsável pela grande parte da produção nacional. De acordo com Rosa Júnior (2000) há uma série de utilidades para esta cultura. Entre elas, a produção de água, extração do leite de coco, produção de carvão, alimentação animal, utilização na indústria têxtil, extração de óleo e artesanato.

A cultura do coqueiro no Brasil é responsável pela geração de aproximadamente 500.000 empregos diretos e indiretos, ocupando uma área em torno de 281.000 ha, distribuídos em cerca de 220.000 propriedades, 85% das quais com menos de 10 ha. A maior parte desta área encontra-se ocupada com coqueiros da variedade gigante e com híbridos segregantes, distribuída ao longo do litoral do Nordeste e utilizando-se de sistemas de produção semi-extrativistas, o que justifica a atual baixa produtividade, estimada em 30 frutos/planta/ano (FONTES *et al.*, 2003).

O coqueiro tem a seguinte classificação taxonômica, de acordo com Joly (2002):
Divisão: *Angiospermae*; Classe: *Monocotyledonea*; Ordem: *Principes*; Família: *Palmae*

(= *Arecaceae*); Subfamília: *Cocoidae*; Gênero: *Cocos*; Espécie: *Cocos nucifera* L.; Nome vulgar: Coqueiro, coco-da-baía. Segundo Cambui (2007), o gênero *Cocos* é constituído apenas pela espécie *Cocos nucifera* L. Esta espécie por sua vez, é composta por duas variedades principais do ponto de vista agrônomo e econômico, a *Typica* (coqueiro gigante) e a *Nana* (coqueiro anão). Esta última divide-se em três subvariedades: verde, vermelha e amarela. Com cruzamentos entre as variedades *Nana* e *Typica*, obtém-se o coqueiro híbrido, de grande demanda no mercado internacional.

O coqueiro possui um sistema radicular fasciculado; caule do tipo estipe, não ramificado e bastante resistente; folhas do tipo penadas; inflorescências paniculadas, axilares e protegidas por brácteas; fruto do tipo drupa. Desenvolve-se bem em climas quentes com temperaturas na faixa dos 27°C, índice pluviométrico em torno de 1.500 mm anuais (PASSOS, 1998).

É uma planta que deve ser cultivada preferencialmente em solos com uma boa drenagem que não apresentem impedimentos que dificultem o crescimento do sistema radicular. Sua adaptação aos Neossolos Quartzarênicos do Litoral Nordeste está quase geralmente associada à presença de lençol freático pouco profundo, compensando sua baixa capacidade de retenção de água. No caso dos solos dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste, que apresentam baixos teores de matéria orgânica e de nutrientes, baixa capacidade de retenção de água e lençol freático muito profundo, se faz necessário o fornecimento regular de água e nutrientes a fim de que seja possível sua exploração econômica nesse ecossistema. (PASSOS, 2002).

Nas últimas décadas, o cultivo mundial do coqueiro registrou acréscimo, tanto na produção, quanto na área colhida. Em 1995 a produção mundial foi de 48,9 milhões de toneladas, numa área colhida de 10,6 milhões de hectares, enquanto que, no ano de 2004 a produção foi aproximadamente de 53,5 milhões de toneladas em uma área colhida de 10,7 milhões de ha, representando um incremento de 9,4% na produção e de apenas cerca de 1,0 % na área colhida. (BENASSI, 2006).

Podemos observar na Tabela 1 os principais países produtores de coco e suas respectivas áreas colhidas no ano de 2009. A Indonésia é o maior produtor mundial, seguido por Filipinas e Índia. O Brasil é o quarto maior produtor mundial com uma

produção superior a 2 milhões de toneladas, em uma área colhida de 267.449 mil ha (FAO, 2009).

Tabela 1. Produção (t) e área colhida (ha) dos principais países produtores de coco (*Cocos nucifera* L.) do mundo.

País	Produção (t)	Área colhida (ha)
Indonésia	19.500.000	2.950.000
Filipinas	15.319.500	3.379.740
Índia	10.894.000	1.940.000
Brasil	2.759.044	267.449
Sri Lanka	2.200.000	394.840
Tailândia	1.721.640	255.697
México	1.246.400	178.500
Vietnã	1.086.000	138.300
Papua Nova Guiné	677.000	203.000
Malásia	555.120	174.000
Outros	17.275.939	1.326.546
Mundo	61.094.243	11.208.072

Fonte: FAO (2009)

O mercado de coco no Brasil está dividido em segmentos de características peculiares. O agroindustrial que o transforma, principalmente, em leite de coco e coco ralado para utilização culinária, e o *in natura* destinado à produção de água-de-coco. Para o atendimento destas duas finalidades, são utilizadas variedades específicas. O coco gigante destinado, principalmente, à agroindústria, o coco anão de uso exclusivo para obtenção de água e os híbridos de finalidade múltipla.

No Brasil a produção de coco seco, concentra-se na região litorânea do Nordeste, cultivado de forma extensiva e/ou semi-extensiva, sendo o fruto comercializado in natura ou vendido para indústrias de alimentos que produzem o leite de coco e/ou coco ralado como principais produtos (CUENCA, 2002). Os principais estados produtores atualmente são Bahia e Sergipe, respondendo por 28,3% e 19,0% da produção nacional respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Produção, área colhida (ha) e produtividade (frutos/ha) dos principais estados produtores de coco (*Cocos nucifera* L.) do Brasil.

Estado	Produção (1000 frutos)	Área colhida (ha)	Produtividade (frutos/ha)
Bahia	609.623	80.903	7.535
Sergipe	281.355	41.894	6.715
Ceará	253.972	42.040	6.041
Pará	253.597	25.791	9.832
Pernambuco	142.462	14.496	9.827
Espírito Santo	164.520	11.186	14.707
Rio de Janeiro	81.093	4.984	16.270
Paraíba	64.486	11.894	5.421
Rio Grande do Norte	60.814	21.772	2.793
Alagoas	54.600	13.000	4.200
Outros	182.800	19.056	9.592
Brasil	2.149.322	287.016	7.488

Fonte: IBGE (2008)

O aumento significativo da demanda por água de coco gerou uma rápida expansão do plantio com coqueiros da variedade anão. Estes plantios encontram-se localizados em pólos de irrigação entre as regiões Sudeste, Norte, Centro-Oeste, Semi-Árido do Nordeste. Sendo a produção voltada para atender o mercado de frutos verdes in natura para consumo da água de coco. A região Sudeste, principalmente os Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, apresenta vantagens de localização em relação à região Nordeste, quando se considera as questões relacionadas com proximidade do mercado consumidor, possibilitando assim a oferta do produto a preços mais baixos (CUENCA, 2002).

A incidência de pragas e doenças nos coqueirais do Brasil constitui um problema limitante a cultura do coqueiro, respondendo de maneira significativa, pelo depauperamento geral dos plantios e também pela baixa produtividade registrada nas zonas mais representativas e tradicionais de cultivo (FERREIRA *et al.*, 1998). A ocorrência de patógenos em todas as regiões produtoras, e em intensidade variável, são responsáveis pela redução geral de 50% do potencial produtivo da cocoicultura (COSTA *et al.*, 2002).

Associado a fatores naturais da planta, os surtos de doenças são também favorecidos pela ocorrência dos fatores ambientais favoráveis, pela utilização de tratos

culturais inadequados, e pela utilização indiscriminada de um grande número de defensivos agrícolas no combate às pragas (FERREIRA *et al.*, 2002).

Segundo Mirisola Filho (2002) a cocoicultura brasileira, salvo algumas áreas de produção, caracteriza-se pelo baixo nível técnico dos cultivos. Isso conduz ao fato de que, em geral coqueirais mal cuidados são automaticamente afetados com grande intensidade por problemas fitossanitários, dentre os quais se destacam as doenças. Estas, por sua vez, contribuem decisivamente para a baixa produtividade e qualidade dos frutos que são produzidos. Podemos destacar com principais doenças que afetam os coqueirais brasileiros a Queima-das-folhas (*Botryosphaeria cocogena* Subileau); Lixa-pequena (*Phyllachora torrendiella* (Batista) Subileau) e Lixa-grande (*Sphaerodothis acrocomiae* (Montagne) von Arx & Muller); Anel vermelho (*Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard); Murcha de Phytomonas (*Phytomonas sp.*); Helminthosporiose (*Drechslera incurvata*); Podridão úmida (*Phytophthora palmivora*); e a Resinose do estipe (*Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau).

2.2 – Resinose do estipe (*Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau)

A resinose do estipe é uma doença do coqueiro causada pelo fungo *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau. A ocorrência deste fungo e a manifestação como doença foi registrada em 2004 no Brasil e, desde então, tem se disseminado gradualmente, aumentando o número de coqueiros infectados e de focos nas propriedades a cada ano (MOURA *et al.*, 2007).

O *Ceratocystis paradoxa* é classificado por Goes (1997) como um fungo ascomiceto, da ordem *Microascales*, família *Ophiostomataceae*. Corresponde, na fase anamórfica, ao *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) Hoehn. *T. paradoxa*, além de possuir grande número de plantas hospedeiras, também vive saprofiticamente, sem apresentar grandes dificuldades de sobrevivência de um ano para outro.

Michereff (2008) descreveu a biologia do *Ceratocystis paradoxa* da seguinte forma: ascas clavadas, 25 x 10 µm, localizadas irregularmente no interior de peritécios do corpo esférico, 200-350 µm de diâmetro, imersos no tecido, gregários ou isolados; da coloração parda a escura; estiolados e com um longo rostro, por onde os ascósporos,

com 7-10 μm de comprimento por 25 μm de largura, vão sendo liberados a medida em que vão sendo formados nas ascas, formando na extremidade do rostro uma massa hialina ou rosada com uma substância gelatinosa.

Já o *Thielaviopsis paradoxa* forma dois tipos de conídios: os microconídios, são conídios pequenos 10-15 x 3,5-5 μm , hialinos, inicialmente formados em cadeias e que, depois de liberados, escurecem, assumindo uma forma elíptica perfeita; são produzidos no interior de conidióforos em forma de clava, eretos, hialinos, longos e afilados. Os macroconídios formam-se em cadeia, onde são formados e assumem a forma elíptica, de tamanho 3 a 4 vezes maior que o microconídio, sendo formados no interior de conidióforos curtos. Formam clamidósporos de paredes espessas (MICHEREFF, 2008).

Ferreira *et al.* (2007) relataram as seguintes características do patógeno: é um fungo que sobrevive no solo e causa infecção vascular em plantas; pode ser disseminado pelo homem ou pela natureza; tem várias palmeiras como hospedeiro; além das palmeiras causa infecção em bananeira, abacaxizeiro e cana-de-açúcar; na forma de clamidósporos pode sobreviver por longos períodos no solo, sobretudo em resíduos vegetais; se desenvolve em ambientes úmidos e secos; no início da infecção desenvolve-se na região mais superficial da estipe, provocando uma lesão externa que progride de dentro para fora dos tecidos.

De acordo com Alfieri Júnior (1967) e Nelson (2005), a resinose é caracterizada pela exsudação de uma resina marrom-avermelhado escuro das rachaduras que surgem no estipe das plantas (Figura 1). Abaixo das lesões, o tecido torna-se amarelado e finalmente preto em estágios avançados (Figura 2). Redução na frequência de emissão de folhas e no tamanho das mais novas; afinamento do tronco na região próxima à copa; folhas amarelo-pardacentas frágeis e sujeitas à quebra; cachos e inflorescências enegrecidos e frutos amarronzados (SILVA *et al.*, 2007).



Figura 1. Exsudação de resina marrom-avermelhada escura de rachaduras no estipe, causadas por *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, em coqueiro (*Cocos nucifera* L) na região de Neópolis/SE.



Figura 2. Lesões internas causadas pelo *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, em coqueiro (*Cocos nucifera* L) na região de Neópolis/SE.

De acordo com Moura *et al.* (2007) e Ferreira *et al.* (2007) no estado de Sergipe, a disseminação da doença aparenta ocorrer frequentemente através do *Rhynchophorus*

palmarum, no sul da Bahia constata-se com maior frequência o curculionídeo *Rhinostomus barbirostris* associado a casos de resinose.

2.3 – Arranjo espacial de plantas doentes.

Patógenos de plantas possuem diferentes agentes de dispersão como o vento, a água, vetores, material vegetal contaminado, ou o homem com suas ferramentas e suas máquinas. O padrão espacial de uma doença depende não só da forma de dispersão do patógeno, como também da arquitetura das plantas hospedeiras e do arranjo destas no campo. A análise do padrão de distribuição de uma doença possibilita o desenvolvimento de hipóteses biológicas e ambientais plausíveis, associando essa distribuição com a presença de propágulos do patógeno ou microclima favorável. Essa análise é necessária no desenvolvimento de modelos e simulações, além de ser útil para a montagem de experimentos e programas amostrais para estudos epidemiológicos e de manejo da doença (SPÓSITO, 2003).

A partir da década de 80, a análise espacial de epidemias ganhou ímpeto. A melhor compreensão do arranjo espacial de propágulos/plantas doentes é crucial para planejamento de amostragens, tamanho de amostras, formas de caminhamento, tipo e formas da unidade de amostragem e para auxílio no planejamento de experimentos, tamanho, forma e orientação de parcelas (CAMPBELL E BENSON, 1994).

O arranjo espacial de plantas doentes pode mudar ao longo da epidemia. Considerando-se epidemias como o aumento da intensidade de doenças em tempo e espaço, é importante associar a dinâmica espacial aos estudos temporais, bem como enfatizar o arranjo espacial ao planejar ensaios de campo. Dentre os estudos necessários para a compreensão e manejo de patossistemas, destaca-se a análise da estrutura espacial de epidemias. Várias técnicas podem ser utilizadas para caracterizar o arranjo espacial de plantas doentes, dependendo do tipo de dado coletado e do conhecimento sobre o local onde as observações foram realizadas (MAFFIA E MIZUBUTI, 2005).

O padrão espacial da doença é reflexo do processo de dispersão do inóculo do patógeno. O padrão espacial aleatório relaciona-se geralmente a patógenos dispersados pelo vento, podendo atingir longas distâncias em curto período de tempo, enquanto

patógenos veiculados por respingos de chuva dispersam-se lentamente ao redor dos focos primários. Na natureza, no entanto, raramente é tão simples e a maioria dos patógenos e doenças possui mais de um mecanismo de dispersão (BERGAMIN FILHO *et al.*, 2002).

O arranjo espacial de indivíduos numa população de propágulos ou plantas doentes pode ser de três tipos: regular (arranjo uniforme de indivíduos), ao acaso (dispersão ao acaso ou independente de indivíduos) ou agregado (dispersão agrupada de indivíduos). Normalmente, os estudos epidemiológicos procuram definir se o arranjo espacial está ao acaso ou agregado. Para realizar a análise espacial, as variáveis aleatórias usadas são contagens de propágulos, infecções ou órgãos doentes, enquanto as unidades de amostragens são quadriláteros ou plantas inteiras. Há vários métodos para estudar o arranjo espacial de propágulos/plantas doentes no campo. a) na posição de plantas doentes ou sadias dentro de linhas de plantio (“runs”), b) em contagens em parcelas ou quadriláteros (mapeamento, ajuste de distribuições discretas de frequência e grau de autocorrelação espacial entre quadriláteros) (CAMPBELL E MADDEN, 1990).

Segundo Madden *et al.* (1982), várias técnicas têm sido utilizadas para analisar e caracterizar o arranjo espacial de plantas doentes. Entre elas, a análise de “ordinary runs”, que se baseia em no uso de dados binários de incidência da doença (ausência/presença), sendo o método preferido por epidemiologistas para estudar a presença ou não de agregação de indivíduos doentes dentro e entre linhas em uma população de plantas.

Assume-se que o ‘status’ de uma planta pode ser caracterizado apenas como sadio ou doente; severidade de doença não pode ser considerada neste contexto. Se as categorias binárias forem designadas por 0 (sadia) e 1 (doente), o padrão da doença na linha é dado por determinada seqüência de 0 e 1. No teste ‘run’, o número de ‘runs’ é considerado como um critério de padrão aleatório. Um ‘run’ é definido como uma seqüência de um ou mais símbolos idênticos, os quais são seguidos ou precedidos por um símbolo diferente ou por símbolo nenhum (no começo ou fim de uma linha). A seqüência de 10 plantas a seguir possui seis ‘runs’: 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1. Se uma doença está se disseminando de planta para planta, a doença deve possuir um padrão agregado, o que leva a poucos ‘runs’. Por outro lado, se plantas doentes estiverem distribuídas ao acaso na linha, o número de ‘runs’ deve ser grande (BERGAMIM FILHO *et al.*, 2007).

Ainda de acordo com o autor supracitado, para analisar o padrão espacial da doença em parcelas ou campos experimentais, uma moldura pode ser colocada sobre a parcela de tal forma a dividi-la em 'quadrats'. 'Quadrats' são definidos como uma unidade de amostragem e têm usualmente a forma retangular, com dimensões a critério do pesquisador. Em cada 'quadrat', o número de pontos (ou plantas doentes) é determinado e uma distribuição de frequência é construída. A distribuição de frequência, obviamente, dependerá do número de 'quadrats' ou do tamanho do 'quadrat'. Como o tamanho ideal do 'quadrat' para cada situação não é conhecido, recomenda-se a análise utilizando-se diferentes tamanhos. O ajuste de distribuições discretas de probabilidade é amplamente usado para indicar o arranjo espacial de plantas doentes.

A análise do arranjo espacial de plantas doentes pode fornecer informações sobre a fonte e dispersão de inóculo. Para parcelas ou quadriláteros, o tipo mais simples de análise é o mapeamento, o qual deveria ser o primeiro elemento de qualquer análise de arranjo espacial (MAFFIA E MIZUBUTI, 2005). O mapeamento (bi ou tridimensional) é uma técnica útil na visualização e discernimento de possíveis relações entre dados e variáveis, tais como fatores edáficos, hídricos e, também, fontes de inóculo. Neste último caso, atenção especial é dada àquelas fontes localizadas fora da área avaliada, que podem ajudar a melhor compreender o patossistema. Em adição ao mapeamento, áreas ou linhas isópatas podem ser construídas, por meio de 'softwares' apropriados, evidenciando locais de mesmo nível de doença (BERGAMIM FILHO *et al.*, 2007).

As funções de probabilidade mais usadas são a de Poisson e binomial negativa. Normalmente, se a contagem de plantas doentes está distribuída espacialmente ao acaso, é representada pelo ajuste da distribuição de Poisson e, se agregada, como a binomial negativa. Porém, podem ocorrer situações em que nenhuma das distribuições estatísticas comumente usadas ajustam-se aos dados ou em que duas ou mais distribuições ajustam-se igualmente bem (MAFFIA E MIZUBUTI, 2005).

Segundo Bergamim Filho *et al.* (2007), a distribuição de Poisson pode ser aplicada para dados binários com a frequência de doença menor que 20%. Além das distribuições binomial e de Poisson, ambas específicas para padrões espaciais ao acaso, outras distribuições estatísticas podem ser ajustadas às frequências observadas no caso de ocorrer agregação. Há um alto grau de similaridade quando se compara a distribuição

binomial com a distribuição de Poisson, ambas descrevem situação de aleatoriedade. Uma diferença entre as duas distribuições é que para a binomial o número máximo de pontos num 'quadrat' é restrito, para a distribuição de Poisson, ao contrário, probabilidades positivas podem ser calculadas mesmo para valores mais altos.

Os índices de agregação e o ajuste das distribuições de frequência são relevantes apenas para dados discretos e não consideram a localização dos indivíduos. Atualmente, tem-se utilizado a análise de autocorrelação espacial, que pode ser usada para dados discretos e contínuos e na qual a relação espacial entre os pontos entre os quadriláteros é preservada (CAMPBELL E BENSON, 1994).

Segundo Lima (2005), a análise de autocorrelação espacial é uma das técnicas mais utilizadas devido à precisão e versatilidade, pois pode ser utilizada para o caso de dados contínuos, como a área foliar afetada por uma doença (severidade) e discretos, como contagens de plantas doentes em quadriláteros ou dados binários, em que cada planta é classificada como doente ou sadia.

De acordo com Campbell e Benson (1994), a autocorrelação espacial é definida como a propriedade que variáveis aleatórias têm de tomadas duas a duas, em sítios separados por certa distância, serem mais (autocorrelação positiva) ou menos (autocorrelação negativa) similares que o esperado para pares de observações associadas ao acaso. Esta técnica é utilizada para caracterizar a dependência espacial da intensidade de uma doença, considerando diferentes distâncias e padrões de proximidade das plantas ou das unidades amostrais. Considerando que arranjos em espaço sugerem o conceito de distância, análises baseadas em distância, como autocorrelação espacial, têm sido utilizadas como instrumentos descritivos, analíticos e comparativos (NELSON, 1995).

2.4 – Análise da estrutura de focos.

Os estudos epidemiológicos de doenças visam a busca de padrões. O padrão espacial da doença, ou seja, a distribuição de plantas doentes umas em relação às outras, fornece dados que podem ser utilizados para auxiliar o esclarecimento da etiologia da doença e do papel de possíveis vetores ou de outros agentes, como o vento e a chuva, na sua disseminação (LARANJEIRA *et al.*, 1998).

As doenças de causa biótica, especialmente em hospedeiros perenes, exibem padrões definidos de aparecimento e de crescimento de focos. Em geral, nestes casos, há agregação de plantas doentes a partir de incidências relativamente elevadas (JESUS JUNIOR E BASSANEZI, 2004).

A análise da estrutura de focos foi desenvolvida com o objetivo de superar as imprecisões estatísticas advindas da Análise Bidimensional de Classes de Distância, utilizada para caracterizar espacialmente as epidemias cujas avaliações são baseadas na incidência. Por este método simples e de fácil uso, é possível determinar um número razoável de descritores da epidemia, tais como o número de focos de plantas doentes, sua forma, o número médio de plantas por foco e sua compacidade em função da incidência da doença. Além da sua simplicidade e rapidez de execução, a análise da estrutura de focos pode complementar as informações oriundas de outras técnicas de análise espacial (NELSON, 1996).

As variáveis obtidas com a análise da estrutura de focos podem ser utilizadas para testes de hipóteses ou empregadas em conjunto a outras técnicas, para melhor entender o patossistema, fato que é de extrema importância no caso de doenças de etiologia desconhecida. A análise do padrão espacial da doença pode fornecer informação vital sobre a dispersão dos patógenos e pode ser também a chave sobre seus mecanismos de sobrevivência. A análise de distância de classe bidimensional é uma maneira menos complexa de análise. Um foco de doença é um ponto de concentração localizada de plantas doentes ou lesões discretas, podendo ser uma fonte primária de infecção ou coincidir com uma área originalmente favorável ao estabelecimento da doença e tendendo a influenciar o padrão posterior da doença (NUNES *et al.*, 2001).

Similarmente, um grupo de doença pode ser definido como um número de plantas doentes agrupadas. Deste modo, os dois termos são sinônimos quando usados em relação a epidemias de doenças de plantas. De qualquer modo, uma distinção importante é feita entre estes dois termos: um foco da doença pode consistir de uma planta doente e considera-se um grupo doente quando este contém mais do que uma planta doente. O conceito pode ser aplicado para definir um foco da doença para dados binários. O conceito estabelece um critério de distância-proximidade espacial para plantas doentes dentro de um foco de doença ou grupo (um critério de proximidade

imediate). Uma planta doente que está adjacente à outra planta doente são consideradas partes do mesmo foco da doença (NELSON, 1996).

Dentro deste conceito, variáveis relacionadas podem ser definidas e seus valores calculados para intensificar o entendimento da dinâmica espacial. Assim, “número” de focos (N) é definido como o número total de focos de doença na matriz. “Tamanho” do foco (NPF) é definido como o número de plantas doentes em um foco da doença (cada planta reunindo o critério de proximidade imediato). “Dimensão” do foco é definida como a distância máxima entre “linha” (nl) e “coluna” (nc) estendida pelo foco. Um “índice de compactação do foco” (ICF) pode ser usado como uma indicação da compactação da organização do foco (NUNES *et al.*, 2001)

O índice calculado: $ICF = NPF / (nl \times nc)$ é emprestado aqui da análise da distância entre classes espaço-temporal, na qual o valor para ICF foi usado para caracterizar a compactação do grupo central. Ainda para avaliar a forma dos focos, tem-se o “índice de forma de foco” (IFF): $IFF = nl/nc$ (LARANJEIRA *et al.*, 1998).

Desta forma, o método proposto por Nelson (1996), apresenta duas premissas. Primeiro, é assumido que dados primários (presença/ausência) são relevantes simplificações do sistema. Distâncias entre linhas e entre plantas dentro de linhas são assumidas como constantes, embora não necessariamente iguais.

3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFIERI JÚNIOR, S.A. Stem bleeding disease of coconut palm, *Cocos nucifera* L. **Plant Pathology Circular** Nº. 53. Florida Department of Agriculture, 1967. 2 p.

BENASSI, A.C. **Informes sobre a produção de coco**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=12743>. 2006. Acesso em: 02 set 2009.

BERGAMIN FILHO, A. et al. Análise espacial de epidemias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 10, p. 155-218, 2002.

BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B.; AMORIM, L.; LARANJEIRA, F. F. Análise espacial e temporal de epidemias de patógenos de solo. In: POLTRONIERI, L. S.; VERZIGNASSI, J. R. **Fitossanidade na Amazônia: inovações tecnológicas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 17-36.

CAMBUI, E.V.F.; ARAGÃO, W.M.; LEAL, M.L.S. Variabilidade genética entre cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera* L. - Var. Nana). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 165-167, jul. 2007.

CAMPBELL, C.L., BENSON, D.M. Spatial aspects of the development of root disease epidemics. In: CAMPBELL, C.L., BENSON, D.M. (Eds.). **Epidemiology and management of root diseases**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. p.195-243

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Willey, 1990. 532p.

COSTA, J.L.S.; OLIVEIRA, V.C.; VIANA, F.M.P.; LEAL, E.C.; WARWICK, D.R.N. **Aprimoramento do conhecimento científico e desenvolvimento de tecnologias para o controle das principais doenças do coqueiro**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 121p, 2002. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 39).

CUENCA, M.A.G. Importância econômica do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. **A Cultura do coqueiro no Brasil**. 2. Ed. rev. e ampl. – Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPACT, 1998. 292 p.

CUENCA, M.A.G. Importância econômica da cocoicultura no Brasil. FONTES, H.R.; FERREIRA, J.M.S.; SIQUEIRA, L.A. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 01).

FAO.**World Production**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em 08 dez 2009.

FERREIRA, J.M.S.; LIMA, M.F.; SANTANA, D.L.Q.; MOURA, J.I.L.; SOUZA, L.A. Pragas do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. **A Cultura do coqueiro no Brasil**. 2. Ed. rev. e ampl. – Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPACT, 1998. 292 p.

FERREIRA, J.M.S.; MICHEREFF FILHO, M. Pragas e métodos de controle In: FONTES, H.R.; FERREIRA, J.M.S.; SIQUEIRA, L.A. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 01).

FERREIRA, J.M.S.; FONTES, H.R.; PROCÓPIO, S.O. **Resinose do Coqueiro - Como Identificar e Manejar**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 127p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros).

FONTES, H.R.; RIBEIRO, F.E.; FERNANDES, M.F. **Coco, produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju:Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. 106 p.

GOES, A. Doenças do abacaxi. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia – volume 2: Doenças de plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. 774p.

IBGE. **Lavoura Permanente 2008**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=se>>. Acesso em 08 dez. 2008.

JESUS JUNIOR, W.C.; BASSANEZI, R.B. Análise da dinâmica e estrutura de focos da morte súbita dos citros. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 399-405, jul./ago. 2004.

JOLY, A.B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed.. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 777p.

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

LIMA, R. R. **Modelagem espaço-temporal para dados de incidência de doenças em plantas**. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005. 149 p.

MADDEN, L.V., LOUIE, R., ABT, J.J., KNOKE, J.K. Evaluation of tests for randomness of infected plants. **Phytopathology**, St. Paul, v.72, n.2, p.195-198, 1982.

MAFFIA, L.A.; MIZUBUTI, E.S.G. Epidemiologia de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S.J.; DOMINGOS, E.G.T.; ANDRADE, M.M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p.207-246.

MICHEREFF, S.J. Podridão negra. In: DEL PONTE, E.M. **Fitopatologia.net - herbário virtual**. Departamento de Fitossanidade. Agronomia, UFRGS. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/agronomia/fitossan/herbariovirtual/ficha.php?id=226>. Acesso em: 02 jun 2008.

MIRISOLA FILHO, L.A. **Cultivo de coco anão**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 322p.

MOURA, J.I.L.; VIEIRA, S.D.; BEZERRA, J.L. **Resinose do coqueiro**. Ceplac/Cepec. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/RESINOSE%0DO%0COQUERO.pdf>.> 2007. Acesso em: 02 jun 2008.

NELSON, S.C. Spatiotemporal distance class analysis of plant disease epidemics. **Phytopathology**, St. Paul, v.85, n.1, p.37-43, 1995.

NELSON, S.C.A. Simple analysis of disease foci. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, n. 4, p. 332-339, apr. 1996.

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

NUNES, W.M.C.; MACHADO, M.A.; CORAZZA-NUNES, M.J.; FURTADO, E.F. Dinâmica espacial de foco da clorose variegada dos citros (CVC) avaliada por meio da sintomatologia e serologia. **Acta Scientiarum** v.23, p. 1215-1219. 2001.

PASSOS, E.E.M. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. **A Cultura do coqueiro no Brasil**. 2. Ed. rev. e ampl. – Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPACT, 1998. 292 p.

PASSOS, E.E.M. Exigências climáticas do coqueiro. In: FONTES, H.R.; FERREIRA, J.M.S.; SIQUEIRA, L.A. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 01).

ROSA JÚNIOR. C.D.R.M. **Coqueiro: cultivo sob condição irrigada**. 2. ed. Recife: SEBRAE/PE, 2000. 36 p.

SILVA, S.D.V.M.; MOURA, J.I.L.; CERQUEIRA, A.R.R.N. Resinose do coqueiro na Bahia. **Fitopatologia Brasileira** S114. 2007.

SPÓSITO, M.B. **Dinâmica temporal e espacial da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) e quantificação dos danos causados à cultura dos citros.** (Tese de Doutorado). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2003. 112 p.

CAPÍTULO I

MEDEIROS, Rangel Dórea de. **Análise da estrutura de focos e arranjo espacial da resinose do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na região de Neópolis, Sergipe.** UFS, 2010. 40p. (Dissertação, Mestrado em Agroecossistemas)

Resumo

A resinose do estipe causada pelo *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, tem sido observada em determinadas áreas de produção de coco da região de Neópolis no estado de Sergipe. Em virtude do desconhecimento sobre a epidemiologia dessa doença foi efetuada sua análise com ênfase nos aspectos espaciais. Objetivou-se estudar a dispersão espacial da resinose do coqueiro, por meio de arranjos espaciais e da análise da estruturas de focos da doença. Os dados foram coletados no ano de 2005, onde as plantas infectadas não haviam sido submetidas a nenhum tipo de tratamento. Foram utilizadas três áreas distintas, cada uma com total de 1500 plantas, divididas em quadriláteros de 15 plantas. Na análise da estrutura de focos, constatou-se um total de 13 focos, com média de 27,5 plantas/focos e com tendência desses focos (maior número de plantas sintomáticas) de crescerem na direção das linhas de plantios, tendo disposição de forma alongada. Pela análise de sequências ordinárias *runs*, teste de Poisson e autocorrelação espacial verificou-se que o padrão espacial predominante foi o arranjo agregado de plantas doentes. Tal fato indica que a resinose tem possivelmente, como principal via de transmissão a dispersão natural do inóculo e algumas práticas culturais, como o uso de ferramentas infestadas utilizadas durante a colheita.

Palavras-chave: epidemiologia, coqueiro, *Ceratocystis paradoxa*.

MEDEIROS, Rangel Dórea de. **Analysis of the foci structure and spatial arrangement of the stem bleeding in coconuts palm (*Cocos nucifera* L.) in the region of Neópolis, Sergipe.** São Cristóvão: UFS, 2010. 40p. (Dissertation, Master Program in Agroecosystems)

Abstract

The stem bleeding caused by *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau, has been observed in certain areas of production of coconut in the region of Neópolis in the state of Sergipe. A lack of knowledge about the epidemiology of this disease has been performed their analysis with emphasis on space. The objective was to study the spatial dispersion of the stem bleeding of coconuts palm through spatial arrangements and the analysis of the dynamics and structures of disease. Data were collected in 2005, where the infected plants had not undergone any treatment. We used three distinct areas, each with a total of 1500 plants, divided into quadrats of 15 plants. In analyzing the structure of foci, it was found a total of 13 foci, with an average of 27.5 plants/foci. The foci (higher number of symptomatic plants) were distributed following the plant rows with elliptical shape. By analysis of runs, Poisson test and spatial autocorrelation was found that the spatial pattern was the predominant arrangement aggregate of diseased plants. This fact indicates that the stem bleeding is possibly the main transmission route for the dispersal of inoculum and some cultural practices such as use of contaminated tools used during harvesting.

Keywords: epidemiology, coconut palm, *Ceratocystis paradoxa*

1. Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é expressivamente cultivado na região Nordeste, onde os estados da Bahia e Sergipe foram responsáveis no ano de 2008 por cerca de 41,3% da produção nacional (IBGE, 2010). A cocoicultura no estado de Sergipe é bem desenvolvida, concentrada principalmente na região dos Tabuleiros Costeiros. Sergipe é o segundo maior produtor nacional, com produção em 2008, segundo o IBGE, de 281.355.000 frutos, compondo 13,0% da produção nacional e 19,0% da produção nordestina.

Segundo Warwick *et al.* (2002), são reconhecidas no mundo vários patógenos atacando o coqueiro, dos quais alguns ocorrem nas condições brasileiras e variam de importância de uma região para outra. Entre elas a resinose do estipe causada pelo fungo *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau. A ocorrência deste fungo e a manifestação como doença foi registrada em 2004 no Brasil e desde então, tem se disseminado gradualmente aumentando o número de coqueiros infectados e de focos nas propriedades a cada ano (MOURA *et al.* 2007). Os sintomas desta doença são: manchas escuras e exsudação marrom-avermelhada ou cor de ferrugem a partir de pontos diferentes do estipe; as folhas das plantas infectadas têm seu crescimento reduzido e uma necrose gradual progressiva da parte inferior das folhas em direção à nervura central; dentro do estipe os tecidos lesionados tornam-se marrom-amarelado a preto; eventualmente, as plantas afetadas morrem (WARWICK E PASSOS, 2009).

Para a compreensão e manejo de patossistemas como o da resinose, faz-se necessários estudos como da análise do arranjo espacial de epidemias. Os aspectos espaciais das epidemias, apesar de importantes, são geralmente menos óbvios que a dinâmica temporal e por isso menos investigados. A análise do arranjo espacial de plantas doentes possibilita um maior entendimento dos aspectos relacionados ao padrão do inóculo inicial, os mecanismos de dispersão do patógeno, e os efeitos de práticas biológicas e culturais, além do efeito de fatores ambientais na infecção e na dispersão de patógenos e doenças (XIAO E SUBBARAO, 1997).

Segundo Bergamin Filho *et al.* (2007) o padrão espacial de uma doença na linha de plantio ou na parcela pode ser ao acaso ou agregado. Padrão ao acaso em doenças cujos patógenos são veiculados pelo ar significa que a probabilidade de um esporo cair sobre uma planta hospedeira é igual para todas as plantas hospedeiras. A ocorrência da doença não é influenciada pela distância até a fonte de inóculo, está intimamente relacionado a iguais oportunidades de infecção. No entanto, em condições naturais, o patógeno se dispersa apenas a curtas distâncias (respingos de chuva), a probabilidade de uma planta ser infectada é maior para aquelas plantas situadas próximas à fonte de inóculo. Neste caso, o padrão espacial da doença não será ao acaso e, sim, agregado, com focos visíveis ao redor das fontes primárias de inóculo. Agregação é apenas um dos possíveis desvios para o padrão espacial ao acaso ou aleatório. O outro desvio é a regularidade ou uniformidade.

Para caracterização do arranjo espacial de plantas doentes podem ser utilizadas várias técnicas, a depender do tipo de dado coletado e do conhecimento sobre o local onde foram realizadas as observações. Há vários métodos para estudar o arranjo espacial de propágulos/plantas doentes no campo. a) posição de plantas doentes ou sadias dentro de linhas de plantio (“runs”); b) em contagens em parcelas ou quadriláteros: mapeamento; ajuste de distribuições discretas de frequência; e grau de autocorrelação espacial entre quadriláteros (CAMPBELL E MADDEN, 1990). O conhecimento sobre o arranjo espacial de plantas doentes no campo pode auxiliar na modelagem e simulação de epidemias, bem como no desenvolvimento de planos de amostragem em estudos epidemiológicos e de manejo da doença (CAMPBELL E BENSON, 1994).

Para Gottwald *et al.* (1997), o padrão espacial da doença, ou seja, a distribuição de plantas doentes umas em relação às outras, fornece dados que podem ser utilizados para auxiliar o esclarecimento da etiologia da doença e do papel de possíveis vetores ou de outros agentes, como o vento e a chuva, na sua disseminação. As doenças de causa biótica, especialmente em hospedeiros perenes, exibem padrões definidos de aparecimento e de crescimento de focos, nestes casos, há agregação de plantas doentes a partir de incidências relativamente elevadas (LARANJEIRA *et al.*, 1998).

A análise da estrutura de focos foi desenvolvida com o objetivo de superar as imprecisões estatísticas advindas da Análise Bidimensional de Classes de Distância,

utilizada para caracterizar espacialmente as epidemias cujas avaliações são baseadas na incidência. Por este método simples e de fácil uso, é possível determinar um número razoável de descritores da epidemia, tais como o número de focos de plantas doentes, sua forma, o número médio de plantas por foco e sua compactidade em função da incidência da doença. Além da sua simplicidade e rapidez de execução, a análise da estrutura de focos pode complementar as informações oriundas de outras técnicas de análise espacial (NELSON, 1996).

Apesar de sua atual importância, até o momento inexistem estudos sobre o arranjo espacial da resinose do coqueiro. Diante do exposto, objetivou-se, neste trabalho, realizar estudos epidemiológicos de dispersão espacial da doença por meio de arranjos espaciais e da análise da estruturas de focos da doença. Essas análises possibilitarão conhecer e entender melhor tal patossistema, gerar hipóteses sobre os processos ecológicos como reprodução, dispersão, sobrevivência, fornecer informação quantitativa sobre a dinâmica populacional do patógeno, além de ser útil para as tomadas de decisão para o manejo do patossistema considerado.

2. Material e Métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Empresa Agrícola H. Dantas – Coco Verde de Sergipe localizada no lote 24, latitude 10°17'S, longitude 36°35'W e altitude de 120 m. A cultura do coco anão verde (*Cocos nucifera* L. var. Nana) é plantada num espaçamento 7,5 m x 7,5 m, em arranjo triangular equilátero, totalizando 205 plantas por hectare. O pomar é dividido em setores e são submetidos aos mesmos tratos culturais, foi implantado em 1996 e conta atualmente com um total de 30.310 plantas, destas 25.811 já em produção e 4.499 sem produzir. A média de produção antes do ataque da resinose era de cerca de 2.930,270 frutos/ano. Hoje, após o ataque do patógeno são contabilizados em média 2.794,790 frutos/ano.

A temperatura e a umidade relativa do ar anual média são de 25°C e 76,8%, respectivamente, enquanto o total pluviométrico anual médio é de 1100 mm, como podemos observar no quadro abaixo. O solo da área é classificado como Argissolo Amarelo, com textura franco-arenosa no geral. O solo, no entanto não apresenta homogeneidade, há locais com textura mais arenosa e outros com textura mais argilosa. A irrigação é feita através de micro aspersores, no total de dois micros por planta, com espaçamento triangular 7,5 x 3,75 metros, cada aspersor tem raio de alcance de 2,5 m². É fornecida uma lâmina d'água diária de aproximadamente 3,07mm, de acordo com leitura do tensiômetro de campo e tanque Classe A.

Os dados foram coletados no ano de 2005, quando ainda não havia sido feito nenhum tipo de tratamento para doença na área. Foram utilizadas 3 parcelas (A, B, e C) de produção de coqueiros anão-verde (*Cocos nucifera* L. var. *Nana*) previamente caracterizadas e localizadas em propriedade comercial no município de Neópolis, na região norte do estado de Sergipe. Cada parcela contém 50 linhas com 30 plantas em espaçamento 7,5 m x 7,5 m, em arranjo triangular equilátero, totalizando 1.500 plantas. Inicialmente foi determinada a incidência de resinose em cada parcela, pelo número de plantas com sintomas da doença em relação ao total de plantas avaliadas.

2.2 Arranjo espacial da doença

O arranjo espacial foi verificado a partir do mapeamento das plantas com e sem sintomas da resinose do estipe em cada um dos três setores. O arranjo espacial das plantas doentes em cada área experimental foi determinado por meio de três níveis hierárquicos: entre plantas individuais adjacentes, e dentro de quadriláteros e entre quadriláteros.

Para determinação do arranjo espacial, as seguintes técnicas de análise foram aplicadas aos dados:

2.2.1 “Ordinary runs”

A análise de "ordinary runs" foi realizada com o auxílio do programa GWBASIC (CAMPBELL E MADDEN, 1990; JEGER, 1990), sendo examinada a existência de agregação entre plantas doentes imediatamente adjacentes dentro e entre linhas combinadas. Um "run" (U) é descrito como a sucessão de uma ou mais plantas doentes ou assintomáticas. O número esperado de "runs" $E(U)$ sob a hipótese nula de aleatoriedade é dado por $E(U) = 1 + [2m(N-m)/N]$, onde m é o número de plantas sintomáticas e N é o número total de plantas por linhas combinadas. O desvio padrão de U , sob a hipótese de nulidade, é dado por $S(U) = \{[(2m(N-m))(2m(Nm)-N)]/(N^2(N-1))\}^{0.5}$. Um teste normal padrão Z , onde $Z(U) = [U - E(U)]/S(U)$, foi utilizado para determinar a significância da agregação de plantas doentes, sendo que valores de Z menores que -1,64 ($P=0,05$) indicam rejeição à hipótese de nulidade (arranjo aleatório), em favor da hipótese alternativa (arranjo agregado).

2.2.2 Ajuste de distribuições discretas de frequência

Para examinar a presença de agregação dentro de quadriláteros, os dados de incidência da doença de cada área experimental foram fracionados em quadriláteros de quinze plantas e analisados quanto ao ajuste à distribuição discreta de frequência de Poisson, por meio do programa GWBASIC (CAMPBELL E MADDEN, 1990; JEGER, 1990). A distribuição de Poisson representa a probabilidade de que certos números de eventos ocorram num dado período de tempo, caso a taxa média de ocorrência seja conhecida e caso cada evento seja independente do tempo decorrido desde o último evento (MADDEN E HUGHES, 1995). Foram obtidos os índices de distribuição de frequência e comparados ao valor de Qui-quadrado (determinado pelo próprio programa), onde, $C < \text{Qui}$: arranjo aleatório; $C > \text{Qui}$: arranjo agregado.

2.2.3 Autocorrelação espacial

A força da agregação de plantas doentes entre quadriláteros foram examinadas pela análise de autocorrelação espacial, utilizando-se o programa LCOR2 (GOTTWALD *et al.*, 1992). A localização espacial $[x,y]$ de cada quadrilátero e a respectiva incidência de doença, considerando quadriláteros com quinze plantas, foram

utilizadas como dado de entrada para a análise de autocorrelação espacial em cada área avaliada. O programa calculou os padrões de proximidade de posições lag positivamente correlacionados (SL+); o tamanho de “cluster” principal de SL+, obtido pelo número de SL+ contíguos à posição lag [0,0] que forma um grupo discreto; a força de agregação, medida em relação ao número de SL+ em “cluster” principal pelo número total de SL+.

2.3 Análise da Estrutura de Focos

A Análise da Estrutura de Focos, foi feita usando a metodologia empregada por Nelson (1996) e Laranjeira *et al.* (1998), considerou-se que somente as plantas com sintomas de resinose imediatamente adjacentes no padrão de proximidade vertical, horizontal ou diagonal pertenciam ao mesmo foco. Os focos unitários são aqueles compostos por apenas uma única planta afetada. Em todas as avaliações determinou-se o número de focos (NF), o número de plantas em cada foco (NPF) e o número máximo de linhas (IF) e colunas (IC) ocupadas por cada foco. A partir dessas informações, também se calculou, conforme Nelson (1996) e Laranjeira *et al.* (1998), o número de plantas por foco (NPF); o índice de forma de focos (IFF, onde $IFF = (IF/IC)/NF$ e o índice de compactação de focos (ICF, onde $ICF = NPF/IC * IF/NF$). Valores de IFF iguais a 1,0 indicam focos isodiamétricos, valores maiores que 1,0 indicam focos com maior comprimento na direção entre as linhas de plantio, e valores menores que 1,0 indicam focos com maior comprimento na direção da linha de plantio. Valores de ICF próximos a 1,0 indicam focos mais compactos, isto é, maior agregação e proximidade entre todas as plantas pertencentes ao foco (NELSON, 1996).

3. Resultados e discussão

3.1 Arranjo espacial

O mapeamento da incidência forneceu uma visualização da situação presente nas parcelas estudadas (Figuras 1, 2 e 3). Nas parcelas A, B, e C, houve indícios de agregação de plantas doentes. Em alguns focos, os arranjos são menos evidentes, a

técnica de mapeamento deve ser considerada apenas como auxiliar, devido à subjetividade da interpretação, necessitando de análise por técnicas como a autocorrelação espacial.

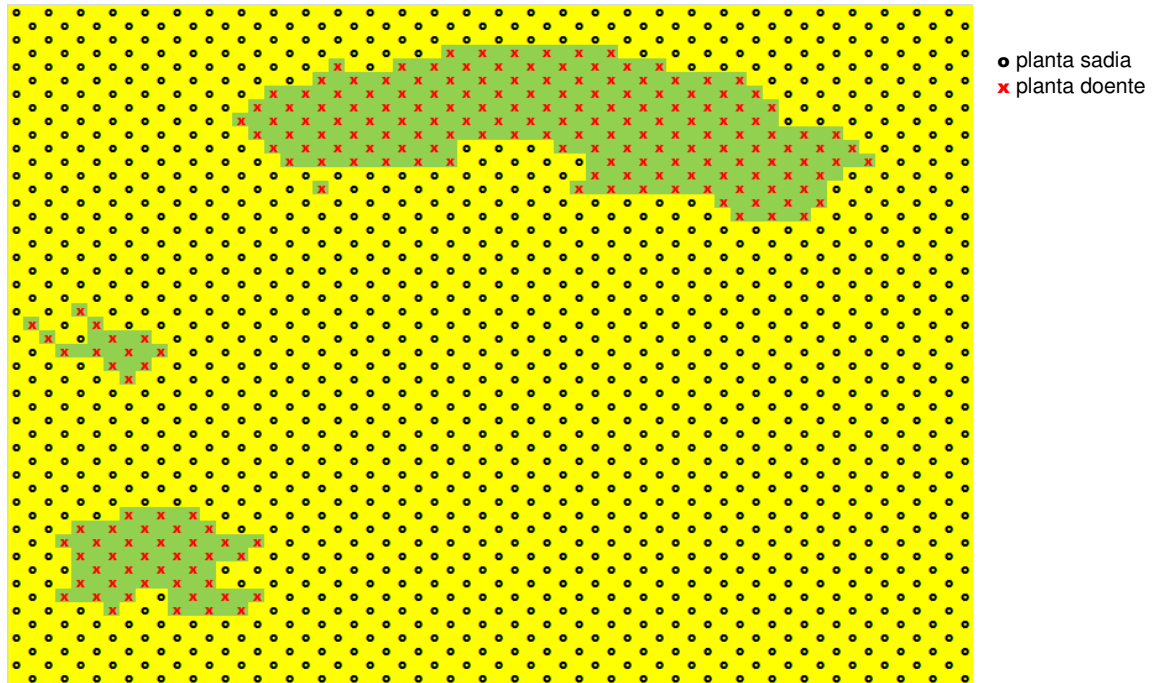


Figura 1. Mapeamento dos focos de plantas com sintomas de resinose do estipe na região de Neópolis, Sergipe (Parcela A).

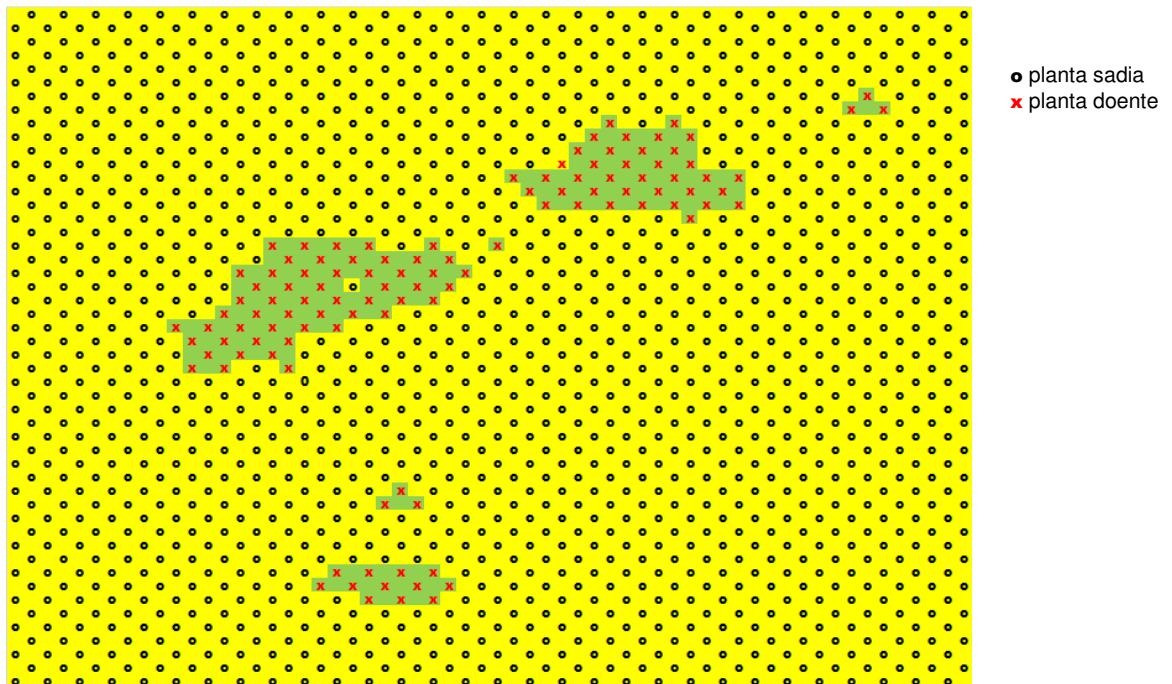


Figura 2. Mapeamento dos focos de plantas com sintomas de resinose do estipe na região de Neópolis, Sergipe (Parcela B).

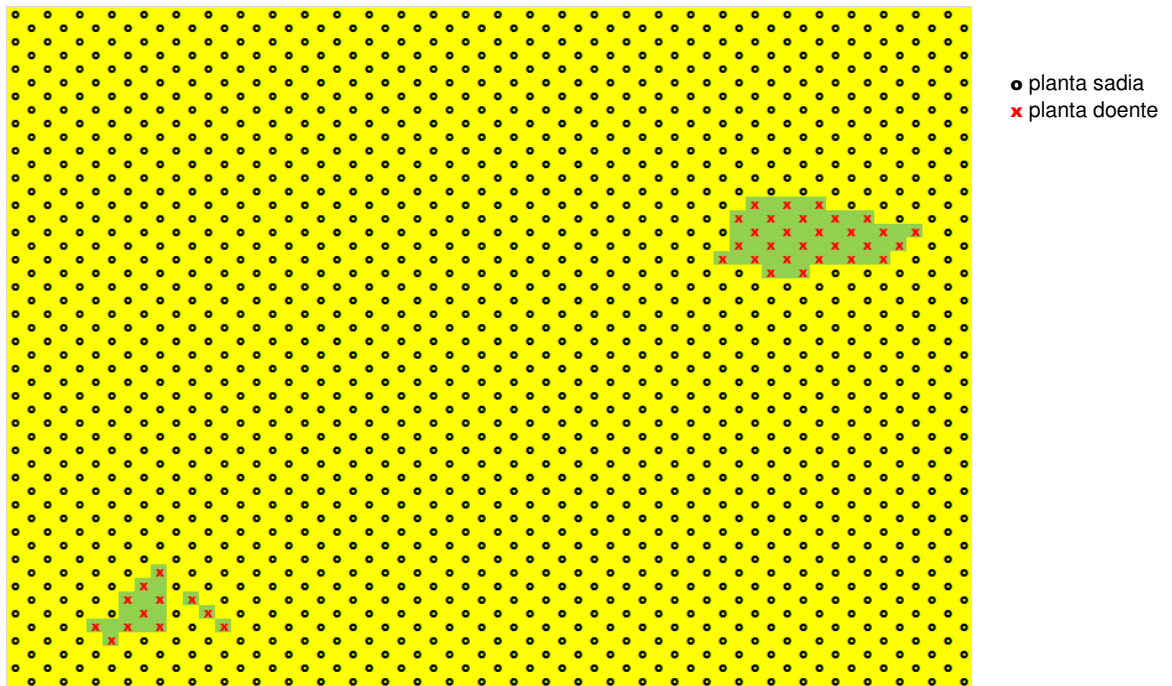


Figura 3. Mapeamento dos focos de plantas com sintomas de resinose do estipe na região de Neópolis, Sergipe (Parcela C).

Após o mapeamento, o primeiro nível de hierarquia espacial foi examinado pela análise de “ordinary runs”, o arranjo de plantas doentes imediatamente adjacentes. De acordo com análise de “ordinary runs”, apenas as parcelas A e B apresentaram valores significativos de Z ($P=0,05$), demonstrando a existência de agregação de plantas doentes. A parcela C evidenciou arranjo espacial aleatório (Tabela 1). Segundo Andrade e Michereff (2000), “ordinary runs” é unidimensional e apenas examina a estrutura dos dados dentro e entre linhas, enquanto o ajuste à distribuição de Poisson e a autocorrelação espacial, além de verificarem a estrutura dos dados dentro e entre linhas, examinam também na diagonal. Portanto, a ausência de agregação da doença entre plantas imediatamente adjacentes verificada no setor C, pelo método de “ordinary runs”, não é indicativo da ausência de processos espaciais que podem ser detectados apenas por análises baseadas em distância.

Tabela 1 - Arranjo espacial da resinose do coqueiro na região de Neópolis/SE, analisado pelas técnicas de “ordinary runs”, ajuste à distribuição discreta de frequência (distribuição de Poisson) e autocorrelação espacial.

Setores	Incidência ^a (%)	“Ordinary runs” ^b		Distribuição de Poisson ^c		Autocorrelação espacial			
		<i>U</i>	<i>Z(U)</i>	<i>C</i>	<i>Qui-quadrado</i>	“Lags” significantes ^d		“Cluster” Principal ^e	Força de Agregação ^f
						<i>SL+</i>	<i>SL-</i>		
A	13,8	119	-25,90	842,96	80,30	5	0	4	0,8
B	7,40	110	-17,14	711,52	22,92	2	0	2	1
C	2,67	76	-1,18	707,15	16,56	1	0	1	1

^aPorcentagem de plantas com sintomas em relação ao total de 1.500 plantas em cada área.

^b“Runs” observados (*U*) e distribuição normal padrão de “runs” [*Z(U)*]. Valores de *Z* < -1,64 a *P*=0,05 indicam rejeição de *H*₀: arranjo aleatório, em favor de *H*₁: arranjo agregado de plantas doentes.

^cDistribuição de Poisson, onde, *C*<*Qui*: arranjo aleatório; *C*>*Qui*: arranjo agregado.

^dNúmero de [*x,y*] “lags” significativamente maiores (*SL+*) ou menores (*SL-*).

^eNúmero de *SL+* contíguos à posição “lag” [0,0] que forma um grupo discreto.

^fNúmero de *SL+* no “cluster” principal dividido pelo número total de *SL+*.

O segundo nível de hierarquia foi analisado o ajuste à distribuição discreta de frequência de Poisson, onde na comparação do valor de *C* com Qui-quadrado, fornecidos pelo próprio programa (para as parcelas A, B, e C, respectivamente: 80,30; 22,92; e 16,56). Em todas as parcelas foram obtidos valores superiores ao Qui-quadrado, caracterizando um arranjo agregado (Tabela 1).

O terceiro nível de hierarquia espacial investigado foi o arranjo de plantas doentes entre quadriláteros, pela análise de autocorrelação espacial. As plantas com resinose apresentaram dentro das linhas um arranjo agregado (>50%) em todas as situações (Tabela 1), em vista da presença de “clusters” centrais e de lags positivos (*SL+*) significantes (*P*=0,05). A predominância da agregação de plantas doentes dentro das linhas, como evidenciada pela análise de autocorrelação espacial em relação à resinose, é mais um forte indício da disseminação planta-a-planta do inóculo (GOTTWALD *et al.*, 1996).

Considerando as técnicas de análise estudadas, verificou-se que em todos os testes as parcelas A e B apresentaram o arranjo agregado de plantas doentes, por outro lado, a aleatoriedade foi verificada no setor C, sendo observada discordância para esta parcela na análise dos “ordinary runs”. Quando apenas os resultados do teste de Poisson e da análise de autocorrelação espacial foram considerados, verificou-se maior coerência entre estas duas técnicas, demonstrando o arranjo espacial agregado para todos os setores.

Silva *et al.* (2001) em seu trabalho com o vira-cabeça do fumo, concluiu que os arranjos espaciais de plantas doentes são influenciados pela interação de vários fatores, incluindo o ambiente e possíveis vetores. Embora descrições estatísticas não propiciem, por si próprias, uma explanação dos mecanismos responsáveis pelos arranjos espaciais, arranjos agregados de plantas doentes sugerem que houve disseminação planta a planta ou que o inóculo estava espacialmente agregado, enquanto arranjos aleatórios indicam que o patógeno não foi disperso ao longo da linha, ou que se foi disperso ao longo da linha, não induziu sintomas de maneira agregada. Quanto à disseminação, arranjos agregados são mais caracteristicamente associados com fontes de inóculo próximas, ou mesmo, dentro de populações do hospedeiro, enquanto arranjos aleatórios geralmente resultam do inóculo chegando a uma população de plantas de uma fonte distante ou de material de plantio infestado.

O conjunto dos resultados apontam que a epidemia da resinose do estipe do coqueiro está relacionada com um certo grau de agregação de plantas doentes, como observado em outros patossistemas envolvendo fitopatógenos habitantes do solo (SILVA *et al.*, 2001; AZEVEDO *et al.*, 2002). Os resultados indicam que o inóculo de *Ceratocystis paradoxa* dentro das áreas de plantio está disperso em reboleiras, uma vez que há predominância de plantas doentes arranjadas agregadamente (CAMPBELL E BENSON, 1994). Nestas áreas, a incidência da doença foi determinada pela produção de inóculo dentro do campo de cultivo, contribuindo para isto a alta capacidade de sobrevivência de *Ceratocystis paradoxa* no solo, aliado ao fato de ser uma área de produção antiga, com cerca de 13 anos e a permanência de restos culturais na área.

Segundo Andrade *et al.*, (2000), a sobrevivência dos propágulos do fungo no solo e nos tecidos do hospedeiro, aliada à manutenção de restos culturais no campo, podem contribuir para o arranjo agregado de plantas doentes. Além disso, a dispersão natural do inóculo e algumas práticas culturais podem estar envolvidas na definição do arranjo espacial da doença no campo.

3.2 Análise da Estrutura de Focos

3.2.1 Número e tamanho de focos

Foram considerados como foco plantas com sintoma da resinose do estipe imediatamente adjacente em padrão de proximidade vertical, horizontal ou diagonal. Tais critérios são adotados por diversos pesquisadores, nos mais diferentes patossistemas (JESUS JUNIOR E BASSANEZI, 2004; LARANJEIRA *et al.*, 1998; NELSON, 1996). Foram mapeadas em cada parcela (A, B, C) 1500 plantas, das quais 207, 111 e 40 plantas estavam doentes, respectivamente, com resinose. Para cada parcela estudada, o número de focos foi de: Parcela A: 4 focos; Parcela B: 6 focos; e Parcela C: 3 focos, com uma média de 51,7; 18,5; e 13,3 plantas por focos, respectivamente, sendo no máximo, 153 plantas e, no mínimo, 1 planta por foco (Tabela 2). Com relação a focos unitários verificou-se duas ocorrências.

Tabela 2. Análise da estrutura de focos, número máximo de linhas por foco (IF); número máximo de colunas por foco (IC); número de plantas por foco (NPF); índice de forma de foco (IFF); índice de compactação de foco (ICF); e porcentagem de plantas doentes (PPD).

Parcelas	Focos	IF	IC	NPF	IFF	ICF	PPD
A	I	13	40	153	0,32	0,29	10,26
A	II	1	1	1	1,00	1,00	0,06
A	III	6	9	13	0,66	0,24	0,86
A	IV	8	13	40	0,61	0,38	2,66
B	I	2	3	3	0,66	0,50	0,20
B	II	8	15	38	0,53	0,31	2,53
B	III	1	1	1	1,00	1,00	0,06
B	IV	10	19	54	0,52	0,28	3,60
B	V	2	3	3	0,66	0,50	0,20
B	VI	3	9	12	0,33	0,44	0,80
C	I	6	13	28	0,46	0,35	1,86
C	II	6	5	9	1,20	0,30	0,60
C	III	3	3	3	1,00	0,33	0,20

Índice de forma de foco ($IFF=IF/IC$), onde $IF=n^\circ$ de linhas e $IC=n^\circ$ de colunas.

Índice de compactação de foco ($ICF = (NPF)/(IC \cdot IF)$), onde $NPF= n^\circ$ de pls/foco.

Porcentagem de plantas doente (PPD) em relação ao total de plantas de cada parcela.

Ferreira *et al.* (2009), em estudos da análise da dinâmica e estrutura de focos da mancha manteigosa do cafeeiro, verificaram um número alto de focos unitários (cerca

de 52%), o mesmo comportamento foi observado por Jesus Junior e Bassanezi (2004) para morte súbita em citros. Tal fato indica que, em geral, o início dessas epidemias se dá por meio de plantas isoladas, reafirmando que, neste patossistemas a principal via de transmissão da doença é a semente ou mudas infectadas.

3.2.2 Formato e compacidade dos focos

Nesse tipo de análise, segundo Jesus Junior e Bassanezi (2004), a interpretação da forma e da compacidade dos focos deve ser cuidadosa, principalmente em situações com incidências elevadas (maior que 35%). Porém neste trabalho, a incidência observada foi de: Parcela A: 13,8%; B: 7,40%; C: 2,67% (Tabela 1), não ultrapassando o valor de referência. Segundo os mesmos autores, conforme os índices de incidência aumentam, essa começa a interferir nos resultados do IFF (Índice de forma de foco) e do ICF (Índice de compactação de foco). Normalmente, quando a incidência de plantas doentes é alta, é comum que um foco ocupe todas as linhas ou plantas de uma linha do talhão e que o seu crescimento só ocorra em uma direção por falta de mais linhas ou plantas. Esse tipo de interferência devido à forma do talhão também havia sido reportado por Laranjeira *et al.* (1998), estudando a Clorose Variegada de Citros (CVC). Neste trabalho, pôde-se verificar uma tendência de agrupamento das plantas mais freqüentes nas linhas do que nas colunas, pelos valores observados entre o número de plantas doentes na maior linha (IF) com o número de plantas doentes na maior coluna (IC) (Tabela 2).

De acordo com os valores do ICF (Índice de compactação de foco), observa-se que focos que apresentam uma menor compactação, sugerem que a disseminação da doença não ocorre necessariamente de forma contínua e homogênea ao redor de uma primeira planta afetada. Valores de ICF, próximos a 1,0 indicam focos mais compactos isto é maior agregação e proximidade entre todas as plantas pertencentes ao foco. No presente trabalho verificou-se (Tabela 2) focos com média de 27,5 plantas/foco sendo esses de forma elíptica, e uma predominância dos focos de crescerem mais na direção das linhas de plantio ($IFF < 1$) e valores de ICF próximos a 1, caracterizando baixa agregação dos focos. Excetuando-se os focos unitários presentes nos setores A e B e um dos focos do Setor C que foram considerados isodiamétricos ($IFF = 1$). Ainda no Setor

C observamos um foco com características distintas ($IFF > 1$), com maior crescimento entre as linhas de plantio.

Para a grande maioria das doenças causadas por fungos, o padrão espacial de plantas doentes é governado pelas características intrínsecas ao patógeno e por suas relações com o meio ambiente. Assim podem exibir um padrão espacial moderadamente agregado em virtude do balanço entre disseminação pelo vento (longa, média e curta distâncias) e disseminação pela chuva (curta e média distâncias).

De acordo com a análise dos dados, a dispersão natural do inóculo e algumas práticas culturais, como o uso de ferramentas infestadas utilizadas durante a colheita, podem estar envolvidas na definição do arranjo espacial da doença no campo.

4. Conclusões

O padrão predominante da resinose do estipe no coqueiro para a região de Neópolis/SE foi de arranjo espacial agregado.

Os focos de resinose, em sua maioria, demonstraram a tendência de crescer na direção das linhas de plantio, apresentando baixos índices de compactação.

5. Referências bibliográficas

ANDRADE, D.E.G.T.; MICHEREFF, S.J. Incidência da murcha-de-fusário do tomateiro no Agreste de Pernambuco e determinação do tamanho da amostra para quantificação da doença. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.36-41, 2000.

AZEVÊDO, S.S.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R. Epidemiologia comparativa da podridão negra e da alternariose do repolho no Agreste de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.27, n.1, p.17-26. 2002.

BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B.; AMORIM, L.; LARANJEIRA, F. F. Análise espacial e temporal de epidemias de patógenos de solo. In: POLTRONIERI, L. S.; VERZIGNASSI, J. R. **Fitossanidade na Amazônia: inovações tecnológicas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 17-36.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Willey, 1990. 532p.

CAMPBELL, C.L., BENSON, D.M. Spatial aspects of the development of root disease epidemics. In: CAMPBELL, C.L., BENSON, D.M. (Eds.). **Epidemiology and management of root diseases**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. p.195-243

FERREIRA, J.B.; ABREU, M.S.; PEREIRA, I.S. Análise da dinâmica, estrutura de focos e arranjo espacial da mancha manteigosa em campo. **Ciência Agrotecnica**. Lavras, v. 33, n. 1, p. 24-30, jan./fev., 2009

GOTTWALD, T.R., RICHIE, S.M. & CAMPBELL, C.L. LCOR2 - Spatial correlation analysis software for the personal computer. **Plant Disease**. v.76, p.213-215. 1992.

GOTTWALD, T.R., CAMBRA, M., MORENO, P., CAMARASA, E. & PIQUER, J. Spatial and temporal analyses of citrus tristeza virus in eastern Spain. **Phytopathology**. v.86, p.45-55. 1996.

GOTTWALD, T.R., GARNSEY, S.M., CAMBRA, M., MORENO, P., IREY, M. & BORBON, J. Comparative effects of aphid vector species on increase and spread of citrus tristeza virus. **Fruits**. v.52, p.397-404. 1997.

IBGE, Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=se>>. Acesso em 08 mar. 2010.

JEGER, M. J. Mathematical analysis and modeling of spatial aspects of plant disease epidemics. In: Kranz, J. (Ed.). **Epidemics of plant diseases: mathematical analysis and modeling**. 2. ed. Heidelberg: Springer-Verlag, 1990. p.53-95.

JESUS JUNIOR, W.C.; BASSANEZI, R.B. Análise da dinâmica e estrutura de focos da morte súbita dos citros. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 399-405, jul./ago. 2004.

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

MADDEN, L.V.; HUGHES, G. Plant Disease Incidence: Distributions Heterogeneity, and Temporal Analysis. **Annual Review of Phytopathology**. v.33, p.529-564. 1995.

MOURA, J.I.L.; VIEIRA, S.D.; BEZERRA, J.L. **Resinose do coqueiro**. Ceplac/Cepec. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/RESINOSE%20DO%0COQUEIRO.pdf>. 2007. Acesso em: 02 jun 2008.

NELSON, S. C. A simple analysis of disease foci. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, n. 4, p. 332-339, apr. 1996.

SILVA, J.N.; MICHEREFF, S.J.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G.P. Arranjo espacial do vira-cabeça do fumo em Arapiraca, estado de Alagoas. **Fitopatologia brasileira**. v.26, n.4, p. 721-725. 2001.

WARWICK, D.R.N.; LEAL, E.C. Doenças e métodos de controle In: FONTES, H. R.; FERREIRA, J.M.S.; SIQUEIRA, L.A. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 01).

WARWICK, D.R.N.; PASSOS, E.E.M. Outbreak of stem bleeding in coconuts caused by *Thielaviopsis paradoxa* in Sergipe, Brazil. **Tropical Plant Pathology**. v. 34, n.3, p.175-177. 2009.

XIAO, C.L., HAO, J.J.; SUBBARAO, K.V. Spatial patterns of microesclerotia of *Verticillium dahliae* in soil and *Verticillium* wilt of cauliflower. **Phytopathology**. v.87, p.325-331. 1997.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A predominância da agregação de plantas doentes dentro das linhas, como evidenciada pela análise de autocorrelação espacial em resinose é mais um forte indício da disseminação planta-a-planta do inóculo. Há uma grande similaridade dos resultados obtidos entre as análises de “ordinary runs” e autocorrelação espacial. Os “ordinary runs” têm limitações devido a ser unidimensional, detectar a agregação da doença somente entre plantas imediatamente adjacentes e não permitir a verificação de processos espaciais, que podem somente ser detectados por análises baseadas em distância. Além disso, a análise de “ordinary runs” e o ajuste à distribuição discreta de frequência indicam apenas a presença ou ausência de agregação, sem fornecer informações sobre o tamanho, proximidade, efeitos ou direção da agregação das plantas doentes, o que é obtido pela análise de autocorrelação espacial.

Como a dispersão é resultante das características reprodutivas, dispersivas e interativas de um patógeno, enquanto o arranjo de unidades básicas reflete a heterogeneidade das condições do campo e as fontes de inóculo, estudos adicionais sobre a dispersão do inóculo de *Ceratocystis paradoxa* necessitam ser realizados nas condições da região de Neópolis/SE para o melhor entendimento da dinâmica da doença e o estabelecimento de medidas de controle adequadas.

Os resultados deste estudo indicaram haver um padrão predominante de arranjo da doença no campo, constituindo os primeiros dados sobre o arranjo espacial da resinose do estipe em coqueiro a nível nacional e, provavelmente, a nível mundial, uma vez que não foram constatados estudos dessa natureza na bibliografia consultada.