

OTACÍLIO MONTEIRO DA ROCHA JÚNIOR

**PADRÃO ESPACIAL E TAMANHO DA AMOSTRA PARA
AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA SIGATOKA-AMARELA DA
BANANEIRA**

**RECIFE -PE
JULHO – 2007**

OTACÍLIO MONTEIRO DA ROCHA JÚNIOR

**PADRÃO ESPACIAL E TAMANHO DA AMOSTRA PARA
AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA SIGATOKA-AMARELA DA
BANANEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

**RECIFE - PE
JULHO – 2007**

Ficha catalográfica

R672p Rocha Junior, Otacílio Monteiro da
Padrão espacial e tamanho da amostra para avaliação da
severidade da sigatoka-amarela da bananeira / Otacílio
Monteiro da Rocha Junior. -- 2007.
51 f.

Orientador: Marcos Paz Saraiva Câmara
Dissertação em Agronomia – Fitopatologia) – Universi -
dade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de
Agronomia.
Inclui bibliografia

1. *Musa* spp
 2. *Mycosphaerella musicola*
 3. *Pseudocercospora musae*
 4. Amostragem
 5. Fitopatometria
 6. Epidemiologia
- I. Câmara, Marcos Paz Saraiva
II. Título

**PADRÃO ESPACIAL E TAMANHO DA AMOSTRA PARA
AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA SIGATOKA-AMARELA DA
BANANEIRA**

OTACÍLIO MONTEIRO DA ROCHA JÚNIOR

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara (UFRPE) – Orientador

Prof. Dr. Sami Jorge Michereff (UFRPE) – Co-orientador

Prof. Dr. Gustavo Mora-Aguilera (CP, México) – Co-orientador

**RECIFE – PE
JULHO – 2007**

**PADRÃO ESPACIAL E TAMANHO DA AMOSTRA PARA
AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA SIGATOKA-AMARELA DA
BANANEIRA**

OTACÍLIO MONTEIRO DA ROCHA JÚNIOR

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 27/07/2007

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara (UFRPE)

EXAMINADORES:

Prof^o Dr. Delson Laranjeira (UFRPE)

Prof^a Dr^a Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

Dr^a Viviane Jurema Lopes Borges Rodrigues (MAPA)

**RECIFE – PE
JULHO – 2007**

“Se teu coração me abriga, és meu filho e herdarás o céu”.

Obrigado meu Pai, por me dar a oportunidade de me fazer instrumento de vossa paz.

AGRADEÇO

Aos meus amados pais, Otacílio (in memorian) e Guiomar que me apoiaram, cada um ao seu modo, e me permitiram seguir adiante em busca dos meus sonhos, bem como me embasaram dos ensinamentos éticos e morais que norteiam meus pensamentos e ações em minha vida.

Às minhas irmãs, Guiomar (in memorian), Laura, Muzé, Corrinho e Marta pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

DEDICO

A minha querida Jardelina, que me ajudou a enxergar a beleza das coisas simples da vida “O ouro das acácias e o sangue dos flamboyants” e que me alegrou a alma com sua leveza e amor.

OFEREÇO

“ Bom seria se pudésseis viver da fragância da terra e, como uma planta do ar, ser sustentados pelo ar. Mas como precisais matar para comer, e roubar do recém-nascido o leite da mãe para saciar sua sede, que isto seja um ato de louvor.

E quando amassardes uma maçã com vossos dentes, dizei a ela, do fundo do vosso coração: Tuas sementes viverão em meu corpo, e os brotos do teu amanhã florescerão em meu coração, e tua fragância será meu hálito, e juntos nos alegraremos em todas as estações.”

(Khalil Gibran)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pelo apoio institucional e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Marcos Paz, pela amizade e orientação.

Ao professor Sami Jorge Michereff, pela contribuição indispensável na execução deste trabalho.

Aos professores Romero Marinho, Rosa de Lima Ramos Mariano, Delson Laranjeira, Rildo Sartori, Sônia Oliveira, Elineide Silveira e Elvira Pedrosa, pelos ensinamentos ministrados.

À Dr^a. Viviane Jurema, pela relevante participação na banca examinadora.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, pelo apoio dispensado, e aos demais funcionários e professores do curso, pelos ensinamentos ministrados.

Aos amigos Jearbes Alexandre, Jeane Émili, Zilderlânia Alves e Waléria Guerreiro, pelos fortes laços de amizade construídos ao longo desses dois anos de convivência e que, certamente, ficarão para sempre.

Aos demais colegas da Pós-graduação em Fitopatologia, pela convivência e amizade.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	vii
SUMÁRIO	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I – Introdução Geral	12
Referências Bibliográficas	23
CAPÍTULO II – Padrão espacial e tamanho da amostra para avaliação da severidade da Sigatoka-amarela da bananeira	28
Resumo	28
Abstract	30
Introdução	31
Material e Métodos	34
Resultados e Discussão	37
Conclusões	42
Agradecimentos	42
Literatura Citada	43
CONCLUSÕES GERAIS	51

RESUMO

A Sigatoka-amarela, causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola* (anamorfo *Pseudocercospora musae*, é uma importante doença da bananeira e encontra-se disseminada em todo o território brasileiro. Este trabalho teve como objetivos determinar o padrão espacial da Sigatoka-amarela no campo e os tamanhos ideais das amostras para quantificação da doença em diferentes áreas de plantio e níveis de severidade. O padrão espacial da doença foi investigado em três áreas de plantio de bananeira, sendo em cada plantio delimitada uma parcela de 30 linhas contíguas, com 30 covas/linha. A severidade da Sigatoka-amarela foi avaliada em cada planta-mãe e, considerando a respectiva localização, foi efetuada a análise de autocorrelação espacial. As três áreas apresentaram padrão agregado de plantas doentes, com predominância da agregação dentro das linhas. Na determinação dos tamanhos ideais das amostras, foram efetuadas amostragens-piloto em 30 plantios, sendo em cada plantio estabelecida uma sub-área de 2 ha, onde 50 plantas foram selecionadas por amostragem sistemática e avaliadas quanto à severidade da doença. A severidade da Sigatoka-amarela nas 30 áreas de plantio submetidas às amostragens-piloto variou de 5,3% a 46,7%, não sendo constatadas correlações significativas entre os níveis de severidade e as idades dos plantios, bem como destas últimas com os tamanhos das amostras. Os tamanhos das amostras para quantificação da severidade da Sigatoka-amarela da bananeira foram determinados considerando o padrão agregado de plantas doentes. Os dados obtidos foram analisados pelo método que especifica o erro aceitável, com um padrão agregado de plantas doentes. Os tamanhos das amostras correlacionaram-se negativamente com os níveis de severidade da doença ($r = -0,60$). Considerando a média das áreas de plantio, em futuros levantamentos da severidade da Sigatoka-amarela, nos quais seja exigido excelente nível de precisão (erro = 5%), recomenda-se a amostragem de 66 plantas para cada 2 ha cultivados, com a avaliação das nove folhas mais jovens/planta. Os resultados obtidos nesse estudo servem como base para futuros levantamentos epidemiológicos da Sigatoka-amarela da bananeira, uma vez que os dados foram originados de campos sob diferentes condições e estimados considerando necessidades crescentes de precisão.

Palavras-chave: *Musa* spp., *Mycosphaerella musicola*, *Pseudocercospora musae*, amostragem, fitopatometria, epidemiologia.

ABSTRACT

Yellow Sigatoka disease or leaf spot Banana caused by fungus *Mycosphaerella musicola* (anamorph *Pseudocercospora musae*), it is an important disease of banana disseminated throughout in Brazilian territory. This work aimed to determine the spatial pattern of the Sigatoka disease in the field and appropriate sample's size for quantification of the disease in different planting areas and severity levels. The spatial pattern of the disease was investigated in three areas of banana's planting, being delimited in each planting a portion of thirty contiguous lines, with 30 covas/line. Yellow Sigatoka disease was evaluated in each plant-mother and, considering the respective location, the analysis of space spatial's autocorrelation was made. The three areas presented aggregate pattern of diseased plants, with predominance of the three areas presented pattern of diseased plants, with predominance of the aggregation inside of the lines aggregation inside of the lines. To determinate the appropriate sizes of the samples, it was made pilot's sampling in 30 plantings, being established in each planting a sub-area of 2 ha, where 50 plants were selected by systematic sampling and evaluated by disease's severity. The severity of the Sigatoka yellow in the 30 planting areas submitted to pilot's sampling varied from 5,3% to 46,7%, not being verified significant correlations between the severity levels and the plantings' age, as well as of these last ones with the sizes of the samples. The samples' size for quantification of Sigatoka yellow banana's severity were determined considering the aggregate pattern of diseased plants. Obtained data were analyzed by method that specifies the acceptable mistake, with a aggregate pattern of diseased plants. The sample's size were correlated negatively with the levels of disease' severity ($r = -0,60$). Considering the planting area' average, in futures studies of the severity of the Sigatoka yellow, at which excellent precision' level is demanded (error = 5%), the sampling of 66 plants is recommended for each 2 ha cultivated, with the evaluation of the nine leaves more young/plant. The results obtained in this study serve as base for futures epidemic studies of the Sigatoka yellow banana, as data were originated from fields under different conditions and estimated considering growing needs of precision.

Key words: *Musa* spp., *Mycosphaerella musicola*, *Pseudocercospora musae*, sampling, phytopathometry, epidemiology.

Capítulo I

Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil apresenta grande potencial de crescimento para sua produção agrícola, pois conta com clima favorável, grandes extensões de áreas agricultáveis, disponibilidade de água, produtores e agroindústrias com bom nível tecnológico e demanda mundial por alimentos em crescimento (IBGE, 2004).

Nos últimos anos, a fruticultura brasileira aumentou sua área a uma taxa nunca vista antes na história, ampliando suas fronteiras em direção à região Nordeste, uma vez que as condições de luminosidade, umidade relativa e temperatura são muito mais favoráveis do que nas regiões Sul e Sudeste (LACERDA; LACERDA; ASSIS, 2004).

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção em 2006 que superou os 34 milhões de toneladas. A base agrícola da cadeia produtiva das frutas abrange 2,2 milhões de hectares, gera 4 milhões de empregos diretos e um PIB agrícola de US\$ 11 bilhões. Especificamente em relação às frutas tropicais, o Brasil tem se destacado como importante produtor e consumidor, expandindo o agronegócio e buscando adequação ao mercado consumidor. No entanto, o volume da exportação ainda é pequeno (IBRAF, 2007).

A fraca performance do país no comércio internacional de frutas é resultado de uma combinação de fatores externos, representados pelas barreiras comerciais e fitossanitárias expostas aos nossos produtos, e pelas deficiências internas de organização da produção e comercialização (LACERDA; LACERDA; ASSIS, 2004). Além disso, o volume de perdas pós-colheita de frutas tropicais é muito elevado, estimado em 10 milhões de toneladas/ano, correspondendo a 30-40% da produção (IBRAF, 2007).

A banana (*Musa* spp.) é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo explorada na maioria dos países tropicais (DANTAS et al., 1997). A produção brasileira de banana é particular no sentido de sua distribuição espacial, estando presente em todos os estados e ocupando em alguns, elevada importância social e econômica. À banana cabe papel fundamental como importante fonte de alimentação, fixador de mão-de-obra no meio rural e geradora de divisas para o país (SOUZA; TORRES FILHO, 1997).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de banana com área cultivada de 499.230 ha e produção de 7,1 milhões de toneladas, sendo superado apenas pela Índia (11,7 milhões de toneladas) (FAO, 2006). A produtividade média brasileira ainda é

baixa, apenas 13,6 t/ha, diante do desempenho de outros países que lideram o mercado global, como Costa Rica e Equador, com produtividades de 53,9 t/ha e 27,6 t/ha, respectivamente.

A região Nordeste é a principal região produtora de banana no Brasil, com 2.424.219 t, seguidas da região Sudeste, com 2.071.177 t e Norte, com 970.173 t. Esta posição se deve ao estado da Bahia, segundo maior estado produtor do país, superado por São Paulo, com 975.620 t produzidas. O Estado de Pernambuco ocupa a sétima posição nacional em área plantada (39.550 ha) e produção (359.432 t) (IBGE, 2005).

A bananeira, planta tipicamente tropical, exige calor constante, precipitações bem distribuídas e elevada umidade para o seu bom desenvolvimento e produção. Para a obtenção de altos rendimentos, são necessárias temperaturas altas e uniformes (ALVES et al., 1997). Temperaturas inferiores a 12°C provocam uma perturbação fisiológica nos frutos, conhecida como “chilling” ou friagem, que prejudica os tecidos, principalmente aqueles da casca da fruta.

O cultivo requer, ainda, uma grande e permanente disponibilidade de umidade no solo e alta luminosidade. As maiores produções estão associadas a uma precipitação total anual de 1.900 mm, bem distribuída no decorrer do ano. No Nordeste brasileiro, a intensidade luminosa gira em torno de 2.300 a 2.800 horas/ano, acelerando o desenvolvimento e reduzindo o ciclo da bananeira. As regiões onde a umidade relativa média anual situa-se acima de 80% são as mais favoráveis à bananicultura. Contudo, quando associada a chuva e a variações de temperatura, provoca a ocorrência de doenças fúngicas (ALVES et al., 1997).

Conforme a sistemática botânica, as bananeiras produtoras de frutas comestíveis são plantas da Classe das Monocotiledôneas, Ordem Scitaminales, Família Musaceae, onde se encontram as Subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae. Esta última inclui, além do gênero *Ensete*, o gênero *Musa*, constituído por quatro séries ou seções: *Australimusa*, *Callimusa*, *Rhodochlamys* e *(Eu)Musa* (STOVER; SIMMONDS, 1993). A seção *(Eu)Musa* é a mais importante, pois além de ser formada pelo maior número de espécies do gênero, apresenta ampla distribuição geográfica e abrange as espécies de bananas comestíveis (DANTAS et al., 1997).

A maioria das cultivares de banana originou-se do continente Asiático, embora existam centros secundários de origem na África Oriental e nas Ilhas do Pacífico, além de um importante centro de diversidade na África Ocidental. As cultivares apresentam três níveis cromossômicos distintos: diplóide, triplóide e tetraplóide, respectivamente

com dois, três, e quatro múltiplos do número básico de cromossomos ou genoma de 11 ($x = n$). Na evolução das bananeiras comestíveis participaram, principalmente, as espécies diplóides selvagens *M. acuminata* Colla e *M. balbisiana* Colla, de modo que cada cultivar deve conter combinações variadas de genomas completos dessas espécies parentais (STOVER; SIMMONDS, 1993).

Embora exista um grande número de variedades de banana no Brasil, quando se consideram aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância a pragas e doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio, restam poucas cultivares com potencial agrônomo para serem usadas comercialmente. As cultivares mais difundidas no Brasil são ‘Prata’, ‘Pacovan’, ‘Prata Anã’, ‘Maçã’, ‘Mysore’, ‘Terra’ e ‘D’Angoal’, do grupo AAB, e ‘Nanica’, ‘Nanicão’ e ‘Grande Naine’ do grupo AAA, utilizadas principalmente na exportação. Todas as cultivares mencionadas apresentam pelo menos uma característica indesejável, como porte inadequado ou suscetibilidade a alguma doença (SILVA et al., 1997). Em Pernambuco, as cultivares mais plantadas são ‘Pacovan’ e ‘Prata’, correspondendo ambas a cerca de 90% dos plantios existentes, sendo os 10% restantes compostos por outras variedades como ‘Comprida’, ‘Maçã’, ‘Nanica’ e ‘Nanicão’ (SILVA JÚNIOR et al., 2000).

A bananicultura brasileira apresenta características peculiares, que a diferenciam da maioria das principais regiões produtoras do mundo, tanto no uso de cultivares, à forma de comercialização e às exigências do mercado consumidor. Os cultivos são geralmente tradicionais, com baixos índices de capitalização e de níveis tecnológicos. Cultivos tecnificados são encontrados nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Goiás e Minas Gerais, onde se observa a utilização de tecnologias geradas e/ou adaptadas de outros países (DANTAS et al., 1997). Isso conduz ao fato de que, em geral, bananeiras mal cuidadas são afetadas com grande intensidade por problemas fitossanitários (CORDEIRO, 1997). Ao longo de suas fases de crescimento e produção, a bananeira e suas frutas são afetadas por várias doenças, sendo considerada a principal causa da baixa produtividade brasileira. A Sigatoka-amarela, causada por *Mycosphaerella musicola* Leach (anamorfo *Pseudocercospora musae* (Zimm.) Deighton), é uma importante doença da bananeira e encontra-se disseminada em todos os estados brasileiros (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

A Sigatoka-amarela foi registrada pela primeira vez em Java, em 1902, por Zimmerman. Entretanto, a primeira ocorrência de importância econômica foi registrada em 1913, no Vale de Sigatoka, nas Ilhas Fiji, de onde se originou o nome da doença. A

seguir, espalhou-se pelo Pacífico, chegando à América Central e Caribe em 1933 (WARDLAW, 1972). No Brasil, foi registrada inicialmente na Amazônia (DESLANDES, 1944) e posteriormente no litoral paulista (ISSA, 1953). Atualmente, a doença encontra-se disseminada em todo o país, embora com maior relevância econômica nas regiões ou microrregiões produtoras onde as chuvas são mais frequentes e a temperatura se mantém em torno do nível tido como ótimo, de 25°C (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

O sintoma inicial da Sigatoka-amarela é uma leve descoloração em forma de ponto entre as nervuras secundárias da segunda à quarta folha, a partir da folha-vela. Essa descoloração aumenta, formando uma estria de tonalidade amarela. Com o tempo, as pequenas estrias crescem e formam manchas necróticas, elípticas e alongadas, dispostas paralelamente às nervuras secundárias da folha. Nesse estágio observa-se na parte central da mancha uma coloração cinza, com amarelecimento nos bordos (CORDEIRO, 1997). As lesões passam por vários estádios de desenvolvimento, descritos como (BRUN, 1963):

Estádio I - é a fase inicial de ponto ou risca de no máximo 1 mm de comprimento, com leve descoloração.

Estádio II - a risca já apresenta vários milímetros de comprimento e um processo de descoloração mais acentuado.

Estádio III - mancha nova, de forma oval alongada e coloração levemente parda, de contornos mal definidos.

Estádio IV - caracteriza-se pela paralisação de crescimento do micélio, pelo aparecimento de um halo amarelo em torno da mancha e pelo início da esporulação do patógeno.

Estádio V - é a fase final da mancha, cuja forma oval alongada se expande, atingindo de 12 a 15 mm de comprimento por 2 a 5 mm de largura, com centro totalmente deprimido, de tecido seco e descoloração cinza.

A partir do estágio de mancha, é possível observar as frutificações do fungo sob a forma de pontuações negras. Em estádios avançados da doença, principalmente nos surtos severos, ocorre a coalescência das lesões, com o comprometimento de uma grande área foliar, caracterizando o efeito mais drástico da Sigatoka-amarela, ou seja, a morte prematura das folhas com todas as suas conseqüências (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005). Em relação à posição das folhas doentes, existe forte correlação entre a

perda de produção e a área foliar necrosada das nove folhas mais jovens da planta (MEREDITH, 1970; STOVER, 1974; RAMSEY; DANNIELLS; ANDERSON, 1990).

Dois tipos de esporos estão envolvidos no aparecimento da doença, o ascósporo (sexuado) e o conídio (assexuado), havendo diferenças comportamentais que se refletem na epidemiologia da doença (CORDEIRO, 1997). A germinação, tanto de conídios como de ascósporos, é favorecida pela presença de água sobre a folha, ocorrendo dentro de seis horas após a deposição nas folhas, desde que a temperatura seja favorável, sendo o ótimo em torno de 25°C (MEREDITH, 1970). O crescimento do tubo germinativo é paralisado durante as horas mais quentes e secas do dia, reassumindo novamente o desenvolvimento quando as condições são favoráveis, o que geralmente ocorre à noite. Esse crescimento epifítico pode durar vários dias, geralmente de quatro a seis, antes de penetrar pelos estômatos (MEREDITH, 1970; STOVER, 1972; WARDLAW, 1972).

A Sigatoka-amarela é fortemente influenciada pelas condições climáticas. Três elementos associados ao clima - chuva, orvalho e temperatura - são fundamentais para que ocorram infecção, produção e disseminação do inóculo. Uma vez depositado sobre a folha, o esporo germinará se houver presença de umidade. Dependendo da temperatura, a germinação se processará num intervalo de duas a seis horas, ocorrendo posteriormente o crescimento da hifa sobre a folha num processo que poderá se estender por dois a seis dias, até que se forme um apressório e penetre por um estômato aberto ou fechado. A infecção normalmente ocorre nas primeiras três folhas novas (contadas em sentido descendente), embora possa ocorrer penetração na 4^a folha em caso de surto severo da doença. O período de incubação, intervalo de tempo entre a inoculação e o aparecimento de estrias cloróticas, tem se mostrado extremamente variável em função do ambiente, havendo registros de 15 até 106 dias (MEREDITH, 1970; STOVER; SIMMONDS, 1993; CORDEIRO, 1997). O período de incubação decresce com as elevações de temperatura e aumenta com a redução da intensidade luminosa (MEREDITH, 1970). Onde as estações são bem definidas, a produção diária de inóculo pode ser relacionada com a presença de água sobre a folha e com níveis mínimos de temperatura, já que temperaturas máximas raramente são limitantes se houver água livre sobre as folhas (CORDEIRO, 1997).

A formação de peritécios, estrutura reprodutiva de *M. musicola*, onde se formam os ascósporos, ocorre em ambas as faces da folha, porém com maior concentração na face superior. A produção é maior nas folhas que ocupam as posições de número 5 a 10 e na prevalência de períodos chuvosos combinados com temperaturas superiores a 21°C.

O pique da produção ocorre no início da estação seca. A água da chuva é essencial para a liberação dos ascósporos, que são disseminados principalmente pelo vento. Os esporodóquios, estruturas onde se formam os conídios, são produzidos em maior número que os peritécios em plantações comerciais. Por outro lado, onde o controle é bem feito, os conídios são provavelmente a maior fonte de inóculo contínuo. Durante a estação seca diminui sensivelmente a produção de conídios, embora estes se encontrem presentes em lesões foliares e sejam produzidos em noites com 10 a 12 horas de orvalho. Na ausência de um período chuvoso favorável à produção de ascósporos, os conídios tornam-se a maior fonte de inóculo responsável pelo manchamento, devido ao fato de serem menos exigentes que os ascósporos em relação à ocorrência de chuva. Por outro lado, a produção de conídios é muito sensível a temperaturas abaixo de 22°C (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

Conídios e ascósporos têm importância distinta na epidemiologia da Sigatoka-amarela, tendo em vista as diferenças que apresentam quanto à produção, disseminação, longevidade e deposição. As manchas começam a produzir conídios quando apresentam coloração preta e cessam de fazê-lo quando seu centro se torna cinza. Essa fase tem duração de três a cinco dias. Entretanto, havendo orvalho, os conídios podem ser produzidos diariamente. A disseminação se dá sobretudo pela água, ou ocasionalmente e a curta distância pelo vento, caso haja forte agitação das folhas. A disseminação se processa para as plantas inferiores. Os conídios são depositados dentro ou em cima da folha vela ou da folha 1 (CORDEIRO, 1997).

Os ascósporos são produzidos em ascas, dentro de peritécios e expelidos à força para o ar, quando umedecidos pela chuva. Sua produção, liberação e disseminação estão associadas à ocorrência de chuva. Nesse caso, a disseminação aérea é muito mais extensiva do que no dos conídios. Por sua vez, os ascósporos podem sobreviver dentro do peritécio por período superior a oito semanas e ainda permanecer infectantes. Desse modo, são capazes de sobreviver a períodos curtos de estiagem e de fornecer inóculo quando novamente chover. Nos períodos secos a quantidade de esporodóquios e peritécios produzidos é menor, o número de esporos decresce e, por conseguinte, diminui a infecção (STOVER; SIMMONDS, 1993). Estudos realizados na América Central indicaram que a fase conidial desempenha uma maior contribuição de inóculo total para a manifestação da doença (MEREDITH, 1970).

A Sigatoka-amarela é uma doença de difícil controle, sendo fundamental a integração de várias medidas para a obtenção de sucesso. Entre essas medidas são

recomendadas: dar preferência aos métodos de irrigação localizada, como mini ou microaspersão e gotejamento; quando não for possível, deve-se optar por aspersões sob-copa; combater as plantas daninhas que competem com a bananeira, e favorecem a formação de microclima adequado ao fungo; realizar adubação bem balanceada, conforme a recomendação da análise de solo, lembrando que plantas vigorosas sofrem menores ataques de pragas ou doenças; eliminar as folhas secas e aquelas totalmente tomadas pela doença, tendo-se o cuidado para que a eliminação não cause mais prejuízos do que os causados pela própria doença; não deixar número de plantas excessivo por touceira, devendo-se conduzir no sistema mãe-filha-neta; obedecer aos espaçamentos recomendados para a cultura. Em bananais adensados já instalados, sugere-se a eliminação de plantas para melhor manuseio dos equipamentos de controle. O controle químico com fungicidas é bastante eficiente, seja por meio de pulverizações terrestres (com atomizadores costais motorizados) ou aéreas (aviões ou helicópteros). Aliado a isso, deve-se ter em mente que o número de aplicações, associado à época e ao rodízio de produtos definem o sucesso do controle. As pulverizações iniciadas após o começo das chuvas, com apenas uma aplicação ou utilizando o mesmo produto, dificilmente surtirá algum efeito no controle da doença. A pesquisa recomenda que o controle deva ser efetuado no início das chuvas, prolongando-se até a sua interrupção, utilizando-se mais de um princípio ativo em rotação (SILVA JÚNIOR et al., 2000; CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

No desenvolvimento de estratégias de manejo integrado de doenças de plantas, é fundamental a realização de levantamentos fitopatológicos, que têm como objetivos fornecer informações sobre a importância relativa das doenças, monitorar flutuações na sua intensidade ao longo dos anos e verificar a eficiência e aceitação de práticas de controle recomendadas (CAMPBELL; MADDEN, 1990; HOLDERNESS, 2002). No entanto, para que os dados obtidos nos levantamentos sejam confiáveis, há necessidade de padronização da amostragem das plantas no campo (HOLDERNESS, 2002).

A amostragem constitui uma das mais importantes atividades no estudo de epidemias de doenças de plantas e permite a obtenção de estimativas representativas das características da epidemia a um custo reduzido, com a maior exatidão e precisão possível (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Uma amostra é uma coleção de n -unidades que possuem em comum um ou mais atributos mensuráveis e se obtém com o propósito de estimar os parâmetros da população sobre a qual se obteve a referida amostra. Uma população pode ser definida

como a totalidade do universo de n -unidades com determinado atributo presente em determinado tempo e espaço. Estas duas dimensões, tempo e espaço, conferem às populações um caráter dinâmico, sendo a razão para considerar a variabilidade do tamanho ótimo da amostra. Uma população tem pelo menos um atributo mensurável com dois parâmetros estatísticos associados: uma média μ e uma variância σ^2 . Portanto, se um subconjunto de unidades da população é extraído com um critério estatístico definido, então é possível estimar a μ e a σ^2 com certo grau de precisão e exatidão. Pode-se afirmar que este subconjunto, a amostra, é suficiente para caracterizar a população em relação a um atributo específico. Os estimadores de μ e σ^2 são denominados média e variância da amostra, porém são representados como \bar{x} e S^2 , respectivamente. Por essa razão se considera que a média e a variância constituem a base da amostragem (COCHRAN, 1977).

O desenvolvimento de um plano de amostragem requer o conhecimento minucioso do patossistema a ser amostrado, um claro conceito de como os dados obtidos serão avaliados e uma mensuração realista do tempo e/ou dos recursos financeiros disponíveis. Um plano de amostragem deve representar um acordo entre o que é biologicamente e estatisticamente razoável. Nesse sentido, para sucesso com um plano de amostragem requer-se que: a) os objetivos sejam definidos de forma clara e concisa; b) a unidade amostral seja claramente definida e a população amostral seja razoável sob o ponto de vista biológico; c) o método de amostragem deve permitir a obtenção de estimativas de níveis de doença que são exatos, precisos e reproduzíveis para toda a população e d) a amostragem seja efetuada eficientemente dentro de custo e tempo determinados (CAMPBELL; DUTHIE, 1989).

Um plano de amostragem é constituído de três etapas essenciais: a) definição do método de amostragem, b) determinação do tamanho ideal da amostra e c) execução da amostragem. Os métodos utilizados para avaliação de doenças em plantas incluem amostragens ao acaso, sistemática, estratificada e seqüencial. A amostragem sistemática é de fácil execução, propicia resultados suficientemente acurados e precisos, sendo a mais utilizada na quantificação de doenças de plantas. Esse tipo de amostragem é realizado pela adoção de um padrão de caminhamento e tomada das unidades amostrais a distâncias pré-fixadas ao longo do caminho (KRANZ, 1993).

A exatidão e a precisão das estimativas de uma população são, em geral, diretamente proporcionais ao número de unidades n em uma amostra, ou seja, o

tamanho da amostra, motivo pelo qual determinar o número ótimo das n -unidades resulta em um dos aspectos analíticos fundamentais da amostragem (COCHRAN, 1977). O tamanho da amostra em experimento ou levantamento de campo normalmente determina a qualidade ou a confiabilidade dos dados de quantificação da doença obtidos e o custo da iniciativa. Poucas amostras poderão resultar em dados não confiáveis e não representativos, enquanto muitas amostras poderão oferecer dados de melhor qualidade, mas desperdiçar recursos valiosos. Conseqüentemente, o objetivo da amostragem é alocar os recursos sabiamente e, ao mesmo tempo, determinar o número de amostras que pode ser tomado para atingir um determinado nível de confiabilidade e precisão (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Para estimar o tamanho de amostras, há pelo menos três métodos, os quais dependem da definição operacional da confiabilidade e dos custos impostos na coleta das amostras. No primeiro método, confiabilidade é definida pelo erro padrão ou coeficiente de variação da média. No segundo, confiabilidade é definida por equações de probabilidade. O terceiro usa componentes da variância e funções de custo para otimizar o número de amostras, considerando que cada tipo de amostra tem um custo associado (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Todos os métodos utilizados na determinação do tamanho de amostras se baseiam em amostragens-piloto, que consistem na avaliação da intensidade da doença numa pequena parcela da população, normalmente entre 30 e 100 plantas. Preferencialmente, devem ser efetuadas amostragens-piloto em cultivos em diferentes estádios fenológicos e níveis de intensidade da doença. Um pressuposto básico para estimar o tamanho da amostra é que os dados dos locais analisados são representativos do que poderia ocorrer em outros campos, sendo a validade desses pressupostos variável entre patossistemas (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Outro aspecto importante a considerar, é que o tamanho da amostra para quantificação da doença necessita ser dinâmico, uma vez que pode variar com o progresso da doença (KRANZ, 1988; DUTHIE; CAMPBELL; NELSON ., 1991) e com as mudanças do padrão espacial de plantas doentes no campo durante o desenvolvimento da epidemia (CAMPBELL; DUTHIE, 1989; JEGER, 1990).

Considerando que a confiabilidade da estimativa de uma doença é relacionada diretamente ao tamanho da amostra e à sua heterogeneidade espacial, os métodos de determinação do tamanho da amostra podem estar associados a distribuições, que representam diferentes padrões espaciais da doença no campo (PERRY, 1994). Nesse

contexto, o conhecimento do arranjo espacial das plantas doentes é um pré-requisito para a determinação do tamanho da amostra, motivo pelo qual a análise do padrão espacial da doença deve ser realizada antes da execução das amostragens-piloto (KRANZ, 1993).

Em doenças de plantas, o padrão espacial é definido como o arranjo ou posicionamento das plantas doentes, umas em relação às outras, podendo apresentar três classificações: regular, aleatório e agregado. No padrão regular a variância é menor do que a média, indicando subdispersão; no padrão aleatório, a variância e a média são iguais, indicando dispersão ou distribuição independente ou aleatória das plantas doentes; no padrão agregado, a variância é maior do que a média, indicando superdispersão (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

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).

Vários métodos podem ser utilizados para caracterizar o padrão espacial de doenças no campo, dependendo do tipo de dado coletado e do conhecimento sobre o local onde as observações foram realizadas (CAMPBELL; MADDEN, 1990; BERGAMIN FILHO et al., 2002). No entanto, 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 (BERGAMIN FILHO et al., 2002; LIMA, 2005). 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 (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Apesar da importância mundial da Sigatoka-amarela da bananeira, até o momento inexistem estudos aprofundados para o estabelecimento do número de plantas a serem amostradas para quantificação da doença. Como exemplo, é recomendado que sejam avaliadas 10 plantas/área (STOVER, 1971; STOVER, 1972; MARTINEZ; TOLEDO, 1978; PEREIRA, ALVES, CALDAS, 1981), informação originada de maneira subjetiva e sem a adoção de análises baseadas em amostragem de populações, além do reduzido número de áreas de plantios avaliados e níveis de severidade da doença considerados. Diante do exposto, a presente dissertação tem como objetivos determinar o padrão espacial da Sigatoka-amarela e os tamanhos ideais das amostras para quantificação da doença em diferentes áreas de plantio e níveis de severidade no Vale do Siriji.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. L. et al. Exigências climáticas. In: ALVES, E. J. (Ed.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa/SPI, 1997. p. 35-46.
- BERGAMIN FILHO, A. et al. Análise espacial de epidemias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 10, p. 155-218, 2002.
- BRUN, J. **La cercosporiose du bananier em Guinée. Étude de la phase ascosporee du *Mycosphaerella musicola* Leach**. 1963, 196 f. Thèse (Doctor es Sciences) - IRFA, Paris.
- CAMPBELL, C. L.; DUTHIE, J. A. Special report: sampling for disease assessment. **Biological and Cultural Tests for Control of Plant Diseases**, St. Paul, v.4, p.5-8, 1989.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Willey, 1990. 532p.
- COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 428 p.
- CORDEIRO, Z. J. M. Doenças. In: ALVES, E. J. (Ed.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa/SPI, 1997. p. 353-407.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira (*Musa* spp.). In: KIMATI, H. et al. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 99-117.
- DANTAS, J. L. L. Citogenética e melhoramento genético In: ALVES, E. J. (Ed.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa/SPI, 1997. p. 107-150.
- DESLANDES, J. A. Observações fitopatológicas na Amazônia. **Boletim Fitossanitário**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3-4, p. 197-242, 1944.

DUTHIE, J. A.; CAMPBELL, C. L.; NELSON, L. A. Efficiency of multistage sampling for estimating of intensity of leaf spot diseases of alfalfa in field experiments. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, n. 9, p. 959-964, 1991.

FAO. **Crops & livestock primary & processed**. Rome: Food and Agriculture Organization, 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: 08 mai. 2007.

HOLDERNESS, M. Surveys and sampling. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. (Eds.). **Plant pathologist's pocketbook**. 3. ed. Wallingford: CAB International, 2002. p. 19-24.

IBGE. **Estatísticas**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2004.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2007.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 mai. 2007.

IBRAF. **Estatísticas**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Frutas, 2007. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/CEBFF_2004_2005.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2007.

ISSA, E. A “cercosporiose” da bananeira. **O Biológico**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 65-73, 1953.

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.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Eds.). **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. p. 35-50.

KRANZ, J. Introduction to sampling in crop protection. In: KRANZ, J.; HOLZ, F. (Eds.). **Basics of decision-making and planning for integrated pest management (IPM)**. Felsafing: Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft, 1993. p. 33-45.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D.; ASSIS, P. C. O. A. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 1-2, 2004.

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

MARTINEZ, J. A.; TOLEDO, A. C. D. Estudo do comportamento de produtos químicos no combate ao "Mal de Sigatoka", com especial destaque à eficiência e fitotoxidez. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4., Salvador, 1977. **Anais ... Cruz das Almas, Bahia**, 1978. p. 65-74.

MEREDITH, M. A. **Banana leaf spot disease (Sigatoka) caused by *Mycosphaerella musicola* Leach**. Kew: CMI, 1970. 147 p. (CMI. Phytopathological Papers, 11).

PEREIRA, L. V.; ALVES, E. J.; CALDAS, R. C. Método de amostragem e avaliação de área foliar da bananeira afetada por *Cercospora musae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 5, p. 665-667, 1981.

PERRY, J. N. Sampling and applied statistics for pests and diseases. **Aspects of Applied Biology**, London, v. 37, N. 1, p. 1-14, 1994.

RAMSEY, M. D.; DANIELLS, J. W.; ANDERSON, V. J. Effects of Sigatoka leaf spot (*Mycosphaerella musicola* Leach) on fruit yields, field ripening and greenlife of bananas in North Queensland. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 305-313, 1990.

SILVA, S. O. et al. Cultivares. In: ALVES, E. J. (Ed.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa/SPI, 1997. p. 85-105.

SILVA JÚNIOR, J.F. et al. **Parecer técnico sobre a situação da Sigatoka-amarela da bananeira no Vale do Siriji, Pernambuco**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 2000. 8 p.

SOUZA, J. S.; TORRES FILHO, P. Aspectos socioeconômicos. In: ALVES, E. J. (Ed.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa/SPI, 1997. p. 507-524.

STOVER, R. H. A proposed international scale for estimating intensity of banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola* Leach). **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 48, n. 3, p. 185-195, 1971.

STOVER, R. H. **Banana, plantain and abaca diseases**. Kew: CMI, 1972. 316 p.

STOVER, R. H. Effect of measured levels of Sigatoka disease of bananas on fruit quality and leaf senescence. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 31, n. 4, p. 531-542, 1974.

STOVER, R. H.; SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 3. ed. Essex: Longman, 1993. 534 p.

WARDLAW, C. W. **Banana diseases**. 2. ed. London: Longman, 1972. 878 p.

Capítulo II

**Padrão espacial e tamanho da amostra para avaliação
da severidade da Sigatoka-amarela da bananeira**

1 PADRÃO ESPACIAL E TAMANHO DA AMOSTRA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE
2 DA SIGATOKA-AMARELA DA BANANEIRA

3
4 SPATIAL PATTERN AND SAMPLE SIZE FOR ASSESSMENT OF BANANA YELLOW
5 SIGATOKA SEVERITY

6
7 Otacílio M. Rocha Júnior¹, Marcos P.S. Câmara², Sami J.
8 Michereff², Michelle J. Oliveira³ y Gustavo Mora-Aguilera⁴

9
10 ¹Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). 55890-000.

11 Aliança, PE, Brasil. ²Departamento de Agronomia. Universidade

12 Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). 52171-900. Recife, PE,

13 Brasil. (sami@depa.ufrpe.br). ³ Ministério da Agricultura,

14 Pecuária e Abastecimento (MAPA). 50630-060. Recife, PE, Brasil.

15 ⁴Programa de Fitopatología. Campus Montecillo. Colegio de
16 Postgraduados (CP). 56230. Montecillo, Estado de México, México.

17
18 **RESUMO**

19
20 A sigatoka-amarela, causada pelo fungo *Mycosphaerella*
21 *musicola* é uma importante doença da bananeira e encontra-se
22 disseminada em todo o território brasileiro. Este trabalho teve
23 como objetivos determinar o padrão espacial da sigatoka-amarela
24 no campo e os tamanhos ideais das amostras para quantificação da

1 doença em diferentes áreas de plantio e níveis de severidade. O
2 padrão espacial da doença foi investigado em três áreas de
3 plantio de bananeira, delimitados por 30 linhas contíguas, com 30
4 covas/linha. A severidade da sigatoka-amarela foi avaliada em
5 cada planta-mãe, efetuando-se a análise de autocorrelação
6 espacial. As três áreas apresentaram padrão agregado de plantas
7 doentes, com predominância da agregação dentro das linhas. Na
8 determinação dos tamanhos ideais das amostras, foram efetuadas
9 amostragens-piloto em 30 plantios, estabelecendo-se uma sub-área
10 de 2 ha, onde 50 plantas foram selecionadas por amostragem
11 sistemática e avaliadas quanto à severidade da doença. Os dados
12 obtidos foram analisados pelo método que especifica o erro
13 aceitável, com um padrão agregado de plantas doentes. Os tamanhos
14 das amostras correlacionaram-se negativamente com os níveis de
15 severidade da doença. Considerando a média das áreas de plantio,
16 em futuros levantamentos da severidade da sigatoka-amarela, nos
17 quais seja exigido excelente nível de precisão, recomenda-se a
18 amostragem de 66 plantas/2 ha, com a avaliação das nove folhas
19 mais jovens.

20 **Palavras-chave:** *Musa* spp., *Mycosphaerella musicola*, amostragem,
21 fitopatometria, epidemiologia.

22

23

24

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

ABSTRACT

Yellow Sigatoka disease or leaf spot Banana caused by the fungus *Mycosphaerella musicola* Leach is an important disease of banana disseminated throughout the Brazilian territory. This research's goal was to determine the spatial pattern of the Sigatoka yellow in the field and the appropriate samples' size for quantification of the disease in different planting areas and severity levels. The spatial pattern of the disease was investigated in three areas of banana planting, delimited by 30 contiguous lines, with 30 covas/lines. The Sigatoka yellow' severity was evaluated in each plant-mother, occurring spatial autocorrelation' analyses. The three areas presented aggregate pattern of diseased plants, with predominance of the aggregation inside of the lines. In the determination of the appropriate sizes of the samples, it was made pilot' sampling in 30 plantings, settling down a sub-area of 2 ha, where 50 plants were selected by systematic sampling and evaluated by severity of the disease. The obtained data were analyzed by method that specifies the acceptable mistake, with aggregate pattern of diseased plants. The sizes of the samples were correlated negatively with levels of severity of the disease. Considering the average of the planting areas, in futures studies of the Sigatoka yellow' severity, which excellent level of precision is demanded, the

1 sampling of 66 plantas/2 ha is recommended, with the evaluation
2 of the nine youngest leaves.

3 **Key words:** *Musa* spp., *Mycosphaerella musicola*, sampling,
4 phytopathometry, epidemiology.

5

6 INTRODUÇÃO

7

8 O Brasil é o segundo maior produtor mundial de banana (*Musa*
9 spp.), com área cultivada de 499.230 ha e produção de 7,1 milhões
10 de toneladas, sendo superado apenas pela Índia (11,7 milhões de
11 toneladas) (FAO, 2006). A produtividade média brasileira ainda é
12 baixa, apenas 13,6 t ha⁻¹, diante do desempenho de outros países
13 que lideram o mercado global, como Costa Rica e Equador, com
14 produtividades de 53,9 t ha⁻¹ e 27,6 t ha⁻¹, respectivamente.

15 A ocorrência de doenças é a principal causa da baixa
16 produtividade brasileira de banana. Dentre estas, a sigatoka-
17 amarela, causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola* Leach
18 (anamorfo *Pseudocercospora musae* (Zimm.) Deighton), encontra-se
19 disseminada em todo o território brasileiro, com grande
20 importância nas regiões ou microrregiões onde as chuvas são mais
21 frequentes e a temperatura se mantém em torno de 25°C (Cordeiro
22 *et al.*, 2005).

23 As infecções pelo patógeno ocorrem nas folhas mais jovens da
24 planta, incluindo as folhas zero (vela), um, dois, três, e quatro

1 excepcionalmente. O sintoma inicial da Sigatoka-amarela é uma
2 leve descoloração em forma de ponto entre as nervuras secundárias
3 da segunda à quarta folha, a partir da folha-vela. Essa
4 descoloração aumenta, formando uma estria de tonalidade amarela.
5 Com o tempo, as pequenas estrias crescem e formam manchas
6 necróticas, elípticas e alongadas, dispostas paralelamente às
7 nervuras secundárias da folha. Nesse estágio observa-se na parte
8 central da mancha uma coloração cinza, com amarelecimento nos
9 bordos. Em estádios avançados da doença, principalmente em
10 ataques severos, ocorre a coalescência das lesões, com o
11 comprometimento de uma grande área foliar, levando à morte
12 prematura das folhas. Estima-se que as perdas no Brasil devido à
13 sigatoka-amarela estejam na faixa de 50% da produção (Cordeiro et
14 al., 2005).

15 Como a Sigatoka-amarela é uma doença de difícil controle,
16 torna-se indispensável a utilização de medidas integradas de
17 manejo (Cordeiro et al., 2005). No desenvolvimento de estratégias
18 de manejo integrado de doenças de plantas, é fundamental a
19 realização de levantamentos fitopatológicos, que têm como
20 objetivos fornecer informações sobre a importância relativa das
21 doenças, monitorar flutuações na sua intensidade ao longo dos
22 anos e verificar a eficiência e aceitação de práticas de controle
23 recomendadas (Campbell e Madden, 1990; Holderness, 2002). No
24 entanto, para que os dados obtidos nos levantamentos sejam

1 confiáveis, há necessidade de padronização da amostragem das
2 plantas no campo (Holderness, 2002).

3 A amostragem constitui uma das mais importantes atividades
4 no estudo de epidemias de doenças de plantas e permite a obtenção
5 de estimativas representativas das características da epidemia a
6 um custo reduzido, com a maior exatidão e precisão possível
7 (Campbell e Madden, 1990), possibilitando o ajuste entre o que é
8 biológica e estatisticamente razoável (Campbell e Duthie, 1989).

9 Considerando que a confiabilidade da estimativa de uma
10 doença é relacionada diretamente ao tamanho da amostra e à sua
11 heterogeneidade espacial, os métodos de determinação do tamanho
12 da amostra podem estar associados a distribuições, que
13 representam diferentes padrões espaciais da doença no campo
14 (Perry, 1994). Nesse contexto, o conhecimento do arranjo espacial
15 das plantas doentes é um pré-requisito para a determinação do
16 tamanho da amostra, motivo pelo qual a análise do padrão espacial
17 da doença deve ser realizada antes da execução das amostragens-
18 piloto (Kranz, 1993).

19 Apesar da importância mundial da sigatoka-amarela da
20 bananeira, até o momento inexistem estudos aprofundados para o
21 estabelecimento do número de plantas a serem amostradas para
22 quantificação da doença. Como exemplo, é recomendado que sejam
23 avaliadas 10 plantas/área (Stover, 1971; Martinez e Toledo, 1977;
24 Pereira, Alves, Caldas, 1981), informação originada de maneira

1 subjetiva e sem a adoção de análises baseadas em amostragem de
2 populações. Diante do exposto, o presente trabalho teve como
3 objetivos determinar o padrão espacial da sigatoka-amarela no
4 campo e os tamanhos ideais das amostras para quantificação da
5 doença em diferentes áreas de plantio e níveis de severidade.

6

7

MATERIAL E MÉTODOS

8

9

Análise do padrão espacial da sigatoka-amarela

10

11 O experimento foi conduzido em 2006, em três plantios de
12 bananeira (E-1, e-2 e E-3), cultivar Pacovan, localizados na
13 microrregião do Vale do Siriji do estado de Pernambuco. Os
14 plantios eram distanciados de no mínimo 5 km entre si, não
15 irrigados e conduzidos no sistema de três gerações por cova (mãe,
16 filha e neta), com espaçamento de 3,0 m entre linhas e 3,0 m
17 entre covas. Os tratos culturais seguiram as recomendações
18 oficiais, com exceção da aplicação de fungicidas, não efetuada
19 nas áreas experimentais.

20 Em cada plantio foi delimitada uma parcela de 30 linhas

21 contíguas, com 30 covas/linha, totalizando 900 covas. A

22 severidade da sigatoka-amarela foi avaliada no estágio de

23 frutificação, nas nove folhas mais jovens de cada planta-mãe, com

24 o auxílio de uma escala diagramática de 0 a 6. Posteriormente,

1 foi calculada a severidade da doença na planta (SDP), obtida pela
2 equação: $SDP = [\sum(nb)/(NT)]100$, onde n = número de folhas em cada
3 nível de doença; b = nível de doença conforme a escala
4 diagramática; N = nível máximo de doença na escala; T = número
5 total de folhas avaliadas (Orjeda, 1998).

6 Para examinar a força e a orientação da agregação de plantas
7 doentes, os dados de severidade foram analisados por
8 autocorrelação espacial, com o auxílio do programa LCOR2
9 (Gottwald *et al.*, 1992). Por meio da localização espacial $[x,y]$
10 de cada planta-mãe e a respectiva severidade em cada parcela como
11 dado de entrada para análise, foram calculados o tamanho do
12 "cluster" principal, expresso pelo número de posições lag
13 positivamente (SL+) correlacionados ($\alpha = 0,05$) contíguos à posição
14 lag $[0,0]$ que forma um grupo discreto, e a orientação da
15 agregação, definida pelo número de SL+ dentro das linhas e entre
16 linhas, definido pelo lag $[0,0]$.

17

18

19 **Determinação do tamanho da amostra para quantificação da**

20 **sigatoka-amarela**

21

22 No período de abril de 2006 a fevereiro de 2007, foram
23 conduzidas amostragens-piloto da severidade da sigatoka-amarela
24 em 30 plantios de bananeira (S-01 a S-30), cultivar Pacovan,

1 localizados na microrregião do Vale do Siriji do estado de
2 Pernambuco (Quadro 2). Os plantios eram distanciados de no mínimo
3 3,5 km entre si, conduzidos no sistema de três gerações por cova
4 (mãe, filha e neta), com espaçamento de 3,0 m entre linhas e 3,0
5 m entre covas. Em cada plantio foi estabelecida uma subárea de
6 aproximadamente 2 ha (100x200 m), constituída de 64 linhas de
7 plantio e 32 plantas/linha, num total de 2.048 plantas.
8 Utilizando a técnica de amostragem sistemática, cada subárea foi
9 percorrida no sentido longitudinal da linha de plantio, iniciando
10 a amostragem na quinta fileira à esquerda da área e saltando
11 cinco fileiras para a segunda amostragem, repetindo esse
12 procedimento até a 10^a linha a ser avaliada. Dentro de cada linha
13 de plantio foram avaliadas cinco plantas-mãe, sendo a primeira
14 planta amostrada a cerca de 10 m do início da linha e as demais
15 distanciadas de 15 m. A severidade da sigatoka-amarela foi
16 avaliada nas nove folhas mais jovens das 50 plantas selecionadas
17 e calculada a severidade da doença na planta (SDP) (Orjeda,
18 1998).

19 Os dados de severidade da Sigatoka-amarela obtidos nas
20 amostragens-piloto foram utilizados na determinação dos tamanhos
21 ideais das amostras considerando o padrão espacial agregado das
22 plantas doentes. Os tamanhos das amostras (n) foram estabelecidos
23 para cada área de plantio, pela equação $n = (k + \bar{x}) / (\bar{x} \cdot k \cdot CV_{\bar{x}}^2)$, onde
24 k é o parâmetro associado à distribuição Binomial Negativa,

1 descritiva do arranjo agregado de plantas doentes, e pode ser
2 estimado como: $k = \bar{x}^2 / (S^2 - \bar{x})$, sendo \bar{x} a severidade média da doença
3 em 50 plantas e S^2 a variância amostral, enquanto $CV_{\bar{x}}$ é o
4 coeficiente de variação da média, considerando-se confiabilidades
5 (erros aceitáveis) pré-estabelecidas de 3, 5 e 10% ($CV = 0,03$;
6 $0,05$; $0,10$) (Campbell e Madden, 1990).

7 Utilizando os dados obtidos em cada área, foram determinados
8 os tamanhos médios das amostras dentro de cada nível aceitável de
9 erro. Para verificar a influência da idade dos plantios e dos
10 níveis de severidade da doença nos tamanhos das amostras, foi
11 efetuada a análise de correlação de Pearson.

12

13

RESULTADOS E DISCUSSÃO

14

15

Padrão espacial da sigatoka-amarela

16

17 A severidade da sigatoka-amarela variou entre 34,5% e 44,2%
18 nas áreas de plantio de bananeira em que o padrão espacial da
19 doença foi analisado (Quadro 1). Pela análise de autocorrelação
20 espacial, as três áreas apresentaram padrão agregado de plantas
21 doentes, indicado pela presença de "cluster" principal, com maior
22 evidência na área E-1 e menor na área E-3. Em relação à
23 orientação da agregação, nas três áreas predominou a agregação
24 entre plantas doentes dentro das linhas, embora também tenha sido

1 detectada a agregação entre linhas nas áreas E-1 e E-2 (Quadro
2 1). Na área E-1, a força de agregação foi extremamente alta
3 dentro das linhas de plantio, com uma planta influenciando a
4 severidade da sigatoka-amarela até a 27^a planta subsequente. Na
5 área E-2, a força de agregação foi inferior à verificada na área
6 E-1, mas também considerada elevada, pois uma planta exerceu
7 influência até a 14^a planta subsequente. Na área E-3 a força de
8 agregação embora presente, foi pequena, pois uma planta exerceu
9 influência somente até 2^a planta subsequente (Quadro 1). A
10 agregação entre linhas foi elevada na área E-1 e pequena na E-2,
11 pois uma linha de plantio exerceu influência até 13^a e 1^a planta
12 subsequente, respectivamente (Quadro 1).

13 Padrões agregados de plantas doentes sugerem que houve
14 disseminação planta a planta ou que o inóculo estava
15 espacialmente agregado, enquanto arranjos aleatórios indicam que
16 o patógeno não foi disperso ao longo da linha, ou que se foi
17 disperso ao longo da linha, não induziu sintomas de maneira
18 agregada (Campbell *et al.*, 1984). Quanto à disseminação, padrões
19 agregados são mais caracteristicamente associados com fontes de
20 inóculo próximas, ou mesmo, dentro de populações do hospedeiro,
21 enquanto padrões aleatórios geralmente resultam do inóculo
22 chegando a uma população de plantas de uma fonte distante, ou
23 inóculo exógeno (Burdon, 1987).

1 A predominância do padrão agregado de plantas com sintomas
2 de sigatoka-amarela foi determinada, provavelmente, pela produção
3 de inóculo dentro do campo de cultivo, contribuindo para isto a
4 alta suscetibilidade da cultivar Pacovan e a manutenção de três
5 gerações de plantas na mesma cova, com o inóculo sendo
6 disseminado de plantas mais velhas para mais jovens (Cordeiro *et*
7 *al.*, 2005). Além disso, em áreas intensivamente cultivadas, como
8 as do Vale do Siriji, é freqüente o padrão agregado de plantas
9 doentes, pois há maior concentração de fontes de inóculo
10 primário, as quais poderão induzir maior número de ciclos
11 secundários em menor espaço de tempo (Rouse *et al.*, 1981).

12 Pode ter havido contribuição de inóculo externo para as
13 epidemias de sigatoka-amarela nas áreas de plantio, no entanto,
14 não foi significativa para determinar um padrão aleatório de
15 plantas doentes, característico de fontes exógenas de inóculo
16 (Burdon, 1987).

17 A presença de grandes "clusters" de agregação de plantas
18 doentes, como verificado nas áreas E-1 e E-2, pode indicar que
19 plantas infectadas serviram como fontes para infecções
20 subseqüentes dentro da mesma estação de cultivo e que o inóculo
21 secundário do patógeno foi disseminado a curta distância
22 (Gottwald *et al.*, 1996). A presença de agregação dentro das
23 linhas e entre linhas, indica que houve disseminação secundária
24 do inóculo, do tipo planta a planta, o que pode ser explicado

1 pela forma de disseminação do inóculo de *M. musicola* e *P. musae*,
2 que ocorre, sobretudo pela água, ou ocasionalmente e a curta
3 distância, pelo vento (Cordeiro et al., 2005).

4 Não foi constatada correlação significativa ($P>0,05$) entre o
5 nível de severidade da sigatoka-amarela e o grau de agregação de
6 plantas doentes.

7

8 **Tamanho da amostra para quantificação da sigatoka-amarela**

9

10 Como o tamanho ideal da amostra pode variar com o padrão
11 espacial da doença no campo (Kranz, 1988; Perry, 1994), os
12 tamanhos das amostras para quantificação da severidade da
13 sigatoka-amarela da bananeira foram determinados considerando o
14 padrão agregado de plantas doentes. Quando as plantas doentes
15 apresentam-se agregadas, o número de amostras exigido é muito
16 superior ao das plantas doentes com padrão aleatório, tendo em
17 vista a elevada probabilidade da amostragem aleatória não
18 conseguir detectar possíveis focos da doença (Campbell e Madden,
19 1990; Kranz, 1993; Perry, 1994).

20 A severidade da sigatoka-amarela nas 30 áreas de plantio
21 submetidas às amostragens-piloto variou de 5,3% a 46,7% (Quadro
22 2), não sendo constatadas correlações significativas ($P>0,05$)
23 entre os níveis de severidade e as idades dos plantios, bem como
24 destas últimas com os tamanhos das amostras. Por outro lado, os

1 tamanhos das amostras correlacionaram-se negativamente com os
2 níveis de severidade da doença ($r = -0,60$), indicando que o
3 número de plantas de bananeira a ser amostrado reduziu com a
4 elevação da severidade da doença, assemelhando-se ao verificado
5 em outros patossistemas (Rossi e Battilani, 1989; Jong, 1995;
6 Michereff *et al.*, 1998; Tavares *et al.*, 2000).

7 A definição do nível de erro aceitável depende do propósito
8 da amostragem, pois em levantamentos de campo o nível de 5% é
9 considerado excelente, podendo ser aceitável o nível de 10%,
10 enquanto em estudos com necessidade de precisão mais elevada é
11 utilizado o nível de 3% (Southwood, 1978). Com um nível de erro
12 aceitável de 5%, ou seja, 95% de precisão, os tamanhos ideais das
13 amostras para quantificação da severidade da sigatoka-amarela nas
14 30 áreas de plantio de bananeira variaram de 11 a 222 plantas
15 para cada 2 ha cultivados, com a avaliação das nove folhas mais
16 jovens/planta. Considerando a média das áreas de plantio, para
17 quantificação da severidade da doença em levantamentos de campo
18 com excelente nível de precisão (95%) devem ser amostradas 66
19 plantas/2 ha, enquanto se a precisão exigida for de 90%, o
20 tamanho da amostra reduz para 17 plantas/2 ha.

21 Um pressuposto básico no uso dos diferentes métodos para
22 estimar tamanho de amostra é de que os dados dos locais
23 analisados são representativos do que poderia ocorrer em outros
24 campos, sendo a validade desses pressupostos variável entre

1 patossistemas (Campbell e Madden, 1990). Portanto, os resultados
2 obtidos nesse estudo servem como base para futuros levantamentos
3 epidemiológicos da Sigatoka-amarela da bananeira, uma vez que os
4 dados foram originados de campos sob diferentes condições e
5 estimados considerando necessidades crescentes de precisão.

6

7

8

CONCLUSÕES

9

10 Os plantios de bananeira avaliados no Vale do Siriji
11 apresentaram padrão agregado de plantas com sintomas da sigatoka-
12 amarela, com predomínio da agregação entre plantas dentro das
13 linhas. Em futuros levantamentos da severidade da doença, nos
14 quais seja exigida excelente precisão (95%), devem ser amostradas
15 66 plantas para cada 2 ha cultivados, com a avaliação das nove
16 folhas mais jovens/planta.

17

18

AGRADECIMENTOS

19

20 Os autores agradecem aos produtores de banana do Vale do
21 Siriji (Pernambuco, Brasil), que permitiram a realização dos
22 estudos em suas áreas de plantio.

23

LITERATURA CITADA

- 1
2
- 3 Azevedo, S. S., R. L. R. Mariano, e S. J. Michereff. 2000.
4 Levantamento da intensidade da podridão negra e da alternariose
5 do repolho no Agreste de Pernambuco e determinação do tamanho das
6 amostras para sua quantificação. *Summa Phytopathologica* 26: 299-
7 306.
- 8 Burdon, J. J. 1987. *Diseases and Plant Population Biology*.
9 Cambridge University Press. Cambridge. 458 p.
- 10 Campbell, C. L., and J. A. Duthie. 1989. Special report: sampling
11 for disease assessment. *Biological and Cultural Tests for Control*
12 *of Plant Diseases* 4: 5-8.
- 13 Campbell, C. L., and L. V. Madden. 1990. *Introduction to Plant*
14 *Disease Epidemiology*. John Willey & Sons. New York. 532 p.
- 15 Campbell, C. L., W. R. Jacobi, N. T. Powell, and C. E. Main.
16 1984. Analysis of disease progression and the randomness of
17 occurrence of infected plants during tobacco black shank.
18 *Phytopathology* 74: 230-235.
- 19 Cordeiro, Z. J. M., A. P. Matos, e H. Kimati. 2005. Doenças da
20 bananeira (*Musa spp.*). *In: Manual de Fitopatologia: Doenças das*
21 *Plantas Cultivadas*. 4. ed. Kimati, H., L. Amorim, A. Bergamin
22 Filho, L. E. A. Camargo, e J. A. M. Rezende (eds). Agronômica
23 Ceres. São Paulo. v.2, pp.99-117.

- 1 FAO (Food and Agriculture Organization). Crops & Livestock
2 Primary & Processed. 2005. <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: 08
3 mai. 2007.
- 4 Gottwald, T. R., S. M. Richie, and C.L. Campbell. 1992. LCOR2 -
5 Spatial correlation analysis software for the personal computer.
6 Plant Disease 76: 213-215.
- 7 Gottwald, T. R., M. Cambra, P. Moreno, E. Camarasa, and J.
8 Piquer. 1996. Spatial and temporal analysis of citrus tristeza
9 virus in eastern Spain. Phytopathology 86: 45-55.
- 10 Holderness, M. Surveys and sampling. 2002 In: Waller, J. M., J.
11 Lenné, and S.J. Waller. (eds). Plant Pathologist's Pocketbook. 3.
12 ed. CAB International. Wallingford. pp. 19-24.
- 13 Jong, P. D. 1995 Sampling for detection: leek rust as an example.
14 International Journal of Pest Management 41: 31-35.
- 15 Kranz, J. 1988. Measuring Plant Disease. In: Kranz, J., And J.
16 Rotem, (Eds). Experimental Techniques In Plant Disease
17 Epidemiology. Springer-Verlag. Heidelberg. pp. 35-50.
- 18 Kranz, J. 1993. Introduction to sampling in crop protection. In:
19 Kranz, J., and F. Holz (eds). Basics of Decision-Making and
20 Planning for Integrated Pest Management (IPM). Zentralstelle Für
21 Ernährung Und Landwirtschaft. Felsafing. pp. 33-45.
- 22 Martinez, J. A., and A. C. D. Toledo. 1977 Estudo do
23 comportamento de produtos químicos no combate ao "Mal de
24 Sigatoka", com especial destaque à eficiência e fitotoxidez. In:

- 1 Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura, 4., Salvador, BA,
2 Brasil, pp. 65-74.
- 3 Meier, U. 2001. Growth Stages for Mono- and Dicotyledonous
4 plants. 2. ed. Federal Biological Research Centre for Agriculture
5 and Forestry. Braunschweig. 148 p.
- 6 Michereff, S. J., R.A. Pedrosa, M. A. Noronha, R. B. Martins, e
7 F. V. Silva. 1998. Escala diagramática e tamanho de amostras para
8 avaliação da severidade da mancha parda da mandioca
9 (*Cercosporidium henningsii*). *Agrotrópica* 10: 143-148.
- 10 Michereff, S. J., L.A. Maffia, e R. A. Pedrosa. 2000. Progresso e
11 arranjo espacial da queima das folhas do inhame, causada por
12 *Curvularia eragrostidis*, na Zona da Mata de Pernambuco.
13 *Agrotrópica* 12: 87-94.
- 14 Orjeda, G. 1998. Evaluación de la Resistencia de los Bananos a
15 las Enfermedades de Sigatoka y Marchitamiento por *Fusarium*.
16 INIBAP, Montpellier. 63 p.
- 17 Pereira, L. V., E. J. Alves, and R. C. Caldas. 1981. Método de
18 amostragem e avaliação de área foliar da bananeira afetada por
19 *Cercospora musae*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 16: 665-667.
- 20 Perry, J. N. 1994. Sampling and applied statistics for pests and
21 diseases. *Aspects of Applied Biology* 37: 1-14.
- 22 Rossi, V., and P. Battilani. 1989. Assessment of intensity of
23 *Cercospora* disease on sugarbeet. II. *Journal of Phytopathology*
24 124: 67-70.

- 1 Rouse, D. I., D. R. Mackenzie, and R. R. Nelson. 1981.
2 Distribution of wheat powdery mildew incidence in field plots and
3 relationship to disease severity. *Phytopathology* 71: 1015-1020.
- 4 Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological Methods*. 2. ed. Chapman &
5 Hall, London. 524 p.
- 6 Stover, R. H. 1971. A proposed international scale for estimating
7 intensity of banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola* Leach).
8 *Tropical Agriculture (Trinidad)* 48: 185-195.
- 9 Tavares, L. A., S. J. Michereff, R. M. Souza, e R. L. R. Mariano.
10 2000. Plano de amostragem para quantificação da murcha bacteriana
11 do tomateiro no campo. *Summa Phytopathologica* 26: 306-310.

1 **Quadro 1. Padrão espacial da sigatoka-amarela da bananeira em**
 2 **três áreas de plantio (cv. Pacovan) no Vale do Siriji,**
 3 **estado de Pernambuco (Brasil)**

Área	Local (município)	Severidade ^a	Autocorrelação espacial		
			Cluster principal ^b	Efeitos ^c	
				Dentro	Entre
E-1	São Vicente Férrer	38,8 ± 108,1	40	27	13
E-2	São Vicente Férrer	34,5 ± 102,6	15	14	1
E-3	Machados	44,2 ± 68,0	2	2	0

5

6 ^aMédia ± variância.7 ^bNúmero de SL+ contíguos à posição lag [0,0] que forma um grupo discreto.8 ^cNúmero de SL+ dentro das linhas e entre linhas, definido pelo lag [0,0].

9

10

1 **Quadro 2. Número de plantas de bananeira a ser amostrado para**
 2 **quantificação da severidade da sigatoka-amarela,**
 3 **considerando amostragens-piloto em 30 áreas de plantio**
 4 **(cv. Pacovan) no Vale do Siriji, Estado de Pernambuco**
 5 **(Brasil)**

Área	Local (município)	Idade ^a (anos)	Estádio ^b	Severidade ^c (%)	Número de plantas Erro/Tamanho da amostra ^d		
					3%	5%	10%
S-01	Vicência	14	FR	5,3 ± 7,5	297	107	27
S-02	Vicência	21	FL	6,1 ± 20,5	616	222	55
S-03	São Vicente Férrer	12	DF	10,5 ± 18,3	186	67	17
S-04	Bom Jardim	14	FR	10,7 ± 38,9	380	137	34
S-05	Orobó	15	FR	12,1 ± 45,4	345	124	31
S-06	Machados	12	FR	12,3 ± 60,0	438	158	39
S-07	Machados	16	FR	13,5 ± 25,7	156	56	14
S-08	São Vicente Férrer	15	FR	14,3 ± 56,6	306	110	28
S-09	Machados	21	FL	15,0 ± 50,0	247	89	22
S-10	São Vicente Férrer	19	FR	17,3 ± 61,7	228	82	21
S-11	São Vicente Férrer	16	DF	18,6 ± 70,1	226	81	20
S-12	São Vicente Férrer	13	FR	20,7 ± 90,7	234	84	21
S-13	Vicência	21	DF	20,8 ± 94,0	242	87	22
S-14	Bom Jardim	20	FR	21,3 ± 66,1	163	59	15
S-15	Orobó	13	FR	21,6 ± 50,6	121	43	11
S-16	Vicência	17	FR	22,2 ± 68,9	156	56	14
S-17	Machados	22	FR	22,4 ± 47,4	105	38	9
S-18	Orobó	10	FR	24,0 ± 97,7	188	68	17
S-19	São Vicente Férrer	10	DF	24,7 ± 42,6	78	28	7
S-20	Bom Jardim	14	FR	25,0 ± 89,9	160	58	14
S-21	Vicência	17	FL	27,0 ± 72,8	111	40	10
S-22	Vicência	10	FR	28,6 ± 48,2	65	24	6
S-23	Machados	20	FR	29,7 ± 59,1	74	27	7
S-24	Machados	13	FL	33,2 ± 58,0	58	21	5
S-25	Siriji	10	FR	33,8 ± 92,3	90	32	8
S-26	São Vicente Férrer	20	FL	34,5 ± 62,7	58	21	5
S-27	Macaparana	15	FR	38,2 ± 77,5	59	21	5
S-28	Vicência	17	FR	41,1 ± 58,7	39	14	3
S-29	Vicência	15	FR	44,2 ± 54,9	431	11	3
S-30	São Vicente Férrer	20	FL	46,7 ± 85,5	44	16	4
Média		16	FR	23,2 ± 59,1	183	66	17

7

8

1 ^aAnos do cultivo.

2 ^bEstádio fenológico: DF = desenvolvimento foliar, FL = floração, FR =
3 frutificação (Meier, 2001).

4 ^cSeveridade da doença na planta, obtida pela avaliação das nove folhas mais
5 jovens/planta com auxílio de escala diagramática (Orjeda, 1998). Média ±
6 variância de 50 plantas avaliadas por área.

7 ^dCalculado considerando o padrão agregado de plantas doentes, com a utilização
8 da severidade média, variância amostral e nível de erro aceitável (Campbell e
9 Madden, 1990).

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. Os plantios de bananeira avaliados no Vale do Siriji apresentaram padrão agregado de plantas com sintomas da sigatoka-amarela, com predomínio da agregação entre plantas dentro das linhas;
2. Não foi constatada correlação significativa entre o nível de severidade da sigatoka-amarela e o grau de agregação de plantas doentes;
3. Não houve correlações significativas entre os níveis de severidade e as idades dos plantios;
4. O número de plantas a serem amostradas foi reduzido com a elevação dos níveis de severidade da doença;
5. Os tamanhos ideais das amostras para quantificação da severidade da sigatoka-amarela nas 30 áreas de plantio de bananeira variaram de 11 a 222 plantas para cada 2 ha cultivados;
6. Para quantificação da severidade da doença em levantamentos de campo com o nível de precisão de 95%, devem ser amostradas 66 plantas/2 ha, enquanto se a precisão exigida for de 90%, o tamanho da amostra reduz para 17 plantas/2 ha.
7. Os resultados obtidos nesse estudo servem como base para futuros levantamentos epidemiológicos da sigatoka-amarela da bananeira.